BIOGRAPHY

CENTENAIRE

DE LA NAISSANCE

DE

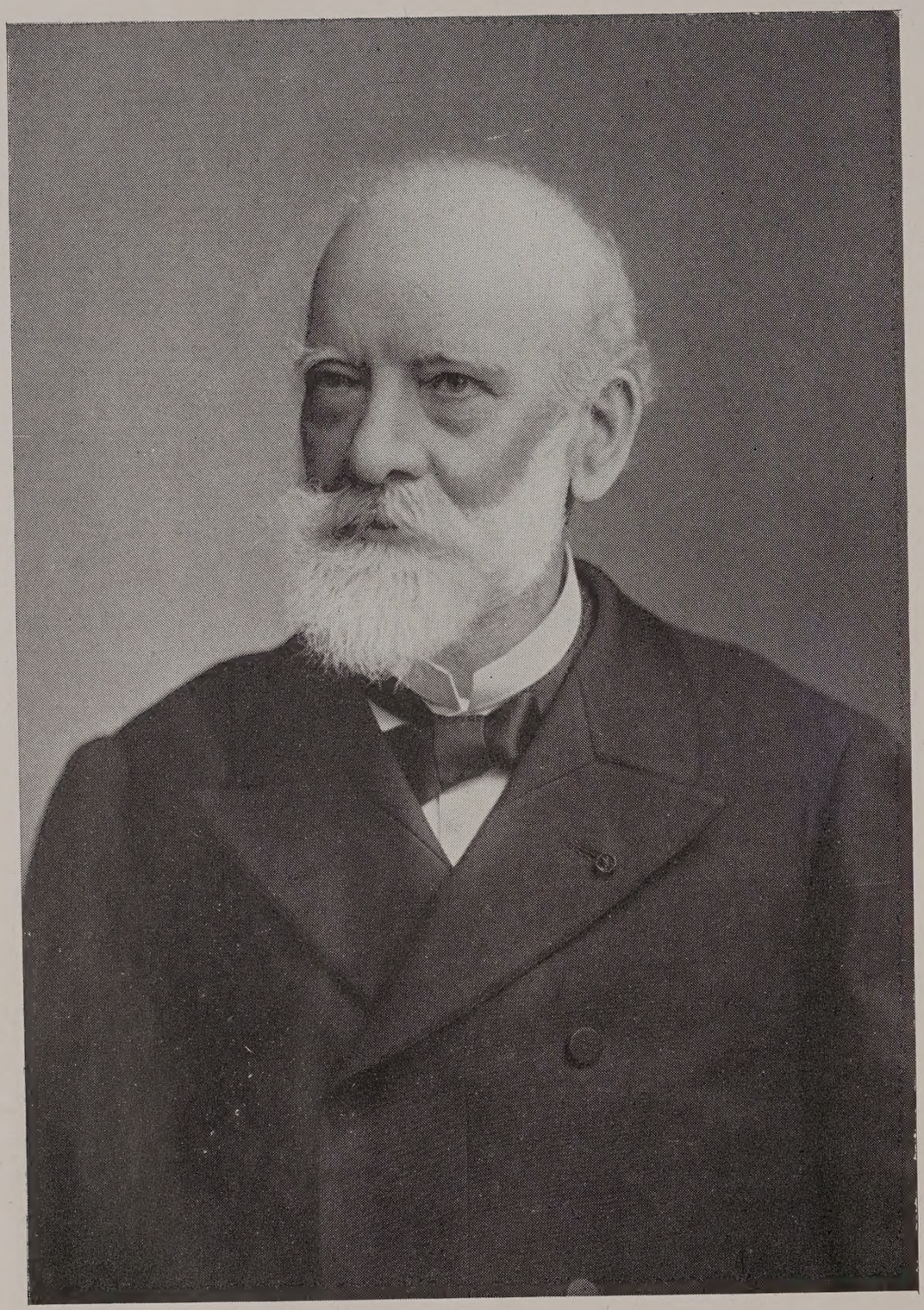
CHARLES FRIEDEL

« Une chose bien caractéristique et qui ne peut échapper à l'historien de la science est la remarque curieuse que, comme tribut de l'Alsace à la grandeur scientifique de la France, quatre des chimistes les plus originaux et les plus productifs qui ont enrichi la littérature scientifique de la seconde moitié du XIX^e^ siècle sont originaires de Strasbourg et reçurent dans cette ville leur instruction première. Ce sont : Charles-Frédéric Gerhardt, mort en 1856, à l'âge de 40 ans seulement ; Charles-Adolphe Wurtz, né en 1817 et mort en 1864; Paul Schutzenberger, né en 1829 et mort en 1897 ; Charles Friedel né en 1832 et mort en 1899. »

CANNIZZARO.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

1932



CHARLES FRIEDEL
1832-1899

CÉLÉBRATION

DU

CENTENAIRE DE LA NAISSANCE

DE

Charles FRIEDEL

Les cérémonies organisées à l'occasion de l'Assemblée générale ont revêtu, en 1932, un caractère spécial du fait que le Conseil avait décidé de les consacrer à la célébration du centenaire de la naissance de Charles Friedel qui fut pendant plus de quarante ans le grand animateur de la Société chimique.

Le 9 juin, en ouvrant cette réunion, M. C. Matignon, Président de la Société chimique, rappela « qu'aucun chimiste français n'a montré un souci aussi constant des intérêts de notre Société et ne lui a apporté une collaboration aussi active pendant une si longue période ». Il donna ensuite la parole à M. A. Béhal, membre de l'Institut et ancien élève de Charles Friedel, qui retraça les grandes lignes de l'œuvre chimique de son Maître, puis à M. A. Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences et Professeur de Minéralogie au Muséum d'Histoire Naturelle, qui rappela l'importance des travaux minéralogiques de Ch. Friedel.

Le texte de ces deux Conférences est reproduit plus loin.

D'autre part, comme les années précédentes, la Société Chimique de France s'est associée à la Société de Chimie biologique pour demander à un savant étranger d'exposer devant les deux Sociétés réunies l'un des sujets qu'il a particulièrement étudiés. M. le Professeur H. von Euler, qui avait accepté l'invitation, traita « le Carotène et les vitamines A ». Sa conférence eut lieu le 8 juin dans l'amphithéâtre de l'Institut Pasteur et remporta un vif succès.

Au banquet, le 9 juin, M. C. Matignon, entouré des membres de la famille de l'illustre Friedel et qui avait à ses côtés S. Exc. M. le Ministre de Suède à Paris et M. le professeur H. von Euler, prit le premier la parole en ces termes :

Excellence,
M. Jean Friedel,
Mesdames,
Messieurs,

Après avoir salué Son Excellence M. le Ministre de Suède, mes premières paroles seront pour évoquer le souvenir de l'illustre chimiste français dont la Société chimique de France fête aujourd'hui le centième anniversaire de la naissance.

Tous ceux qui ont connu Charles Friedel n'ont pas oublié cette belle figure, encadrée par une chevelure et une barbe d'une blancheur immaculée, et d'où émanaient à la fois la bonté, la noblesse et la distinction. Cette physionomie nous a été conservée dans un buste ornant le vestibule du secrétariat de la Faculté des Sciences, œuvre artistique due à l'un de ses élèves et non des moins brillants, à Georges Urbain, dans lequel s'unissent si heureusement la science et l'art.

De ses yeux clairs s'échappait un regard qui frappait droit son auditeur, et donnait tout de suite confiance et aisance, par l'impression de bonté, de droiture et de franchise qui s'en dégageait, au jeune débutant qui venait l'entretenir.

J'ai conservé le souvenir précis de ces premières impressions.

Dans ce visage d'Alsacien, rien de heurté, un bel équilibre dans les lignes et les traits, en pleine harmonie avec sa haute valeur morale.

La vie de Charles Friedel a réalisé le type accompli de l'existence du savant. Dès qu'il eut pris place dans le laboratoire de Wurtz, il consacra toute son activité exclusivement à la recherche scientifique, à la défense des idées et des théories directrices de l'expérimentateur, au développement ou à la création d'organismes institués pour faciliter et multiplier les moyens d'action du chercheur, ou étendre dans un cercle plus large le bénéfice des résultats acquis; enfin à l'instruction, à la formation de ses élèves ainsi qu'à ses devoirs de chef de famille.

La recherche originale pour Charles Friedel était capitale. Il n'a jamais cessé de lui être fidèle, il n'a pas dispersé ses efforts dans des publications didactiques ou dans des articles de vulgarisation.

C'est ainsi que Charles Friedel a réalisé cette œuvre scientifique que vous ont exposé avec tant d'autorité et de compétence son ancien élève M. Béhal pour la chimie organique et son ancien confrère M. Lacroix, l'éminent secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, pour la minéralogie et la cristallographie. Je veux leur redire ici nos plus vifs remerciements pour avoir dégagé de cette œuvre les idées fondamentales apportées dans la science par Friedel dès le début de la chimie organique; idées qui ont contribué au développement prodigieux de cette chimie des composés du carbone, qui a fait l'étonnement des étudiants de ma génération.

Cette période si brillante de notre science avait eu pour fondement la découverte de la synthèse chimique et de l'ensemble des notions théoriques qui devaient guider cette dernière; notions d'où allaient se dégager, en même temps que l'affirmation de la nota-

tion atomique, l'idée et le développement des formules de constitution.

On nous a dit le rôle important joué par Friedel dans l'établissement de ces théories et l'énergie avec laquelle il les défendit pendant la période héroïque de leurs débuts. Avec toute sa volonté, avec toute sa ténacité d'Alsacien, il se jeta dans la lutte, sans jamais se départir de la bonté, qui faisait le fond de son caractère.

A ces qualités de l'homme de laboratoire se superposaient un culte pour la science et un amour du bien public d'où découlèrent non seulement son action permanente pour le progrès et la prospérité de la Société Chimique, mais encore la création, par sa seule initiative, de l'Institut de Chimie appliquée annexé à l'Université de Paris.

Charles Friedel n'aurait pas été Alsacien, s'il n'avait compris toute l'importance des applications de la chimie. Quoique la science pure fit seule l'objet de ses travaux, il s'efforça d'orienter les jeunes gens vers la réalisation pratique et il eût le premier l'idée d'unir chez nous la science et l'industrie. Avec son ami et compatriote Scheurer-Kestner, avec Poirrier, Adrian et d'autres, il organisa à notre société une section de Chimie Industrielle qui n'eut malheureusement qu'une durée éphémère. Il fallut la grande guerre pour rapprocher, en un faisceau compact, les savants de laboratoire et les techniciens des usines et rendre viable la société de Chimie Industrielle, ainsi recréée à l'instigation d'un autre Alsasien Paul Kestner. Il me semble que cette tentative de Charles Friedel confère à la Société de Chimie Industrielle, l'honneur de l'adjoindre au nombre de ses fondateurs.

Au nom de la Société Chimique de France, j'exprime nos sentiments de gratitude aux descendants de Charles Friedel, à M. et M^me^ Jean Friedel, ses enfants ; à MM. Charles et Edmond Friedel, Brustlein, Crussard, Rœderer, ses petits-enfants ; à M. et M^me^ Samuel Banzet, M. et M^me^ Paul Banzet, ses neveux et petits-neveux. En acceptant notre invitation de ce soir, ils ont tenu à s'associer à nous pour glorifier leur ancêtre et apporter ici comme un reflet de l'homme éminent, envers la mémoire duquel notre Société a tant d'obligations.

J'exprime toute ma respectueuse admiration à la lignée de ces mères françaises qui ont donné à notre pays cette pléiade d'hommes distingués, composant cette famille brillante de Charles Friedel dont je vous entretenais cet après-midi. C'est, en effet, une loi biologique fréquemment vérifiée que les mères transmettent l'intelligence à leurs enfants ; ce sont elles également qui forment le plus souvent le caractère et le jugement de leurs fils et les munissent de ces qualités nécessaires pour jouer dans la Société un rôle de premier plan. C'est dans cet esprit que je veux rappeler le nom de Virginie Duvernoy, la mère de Charles Friedel et la fille du professeur au Collège de France.

Charles Friedel n'aurait pas été un savant complet s'il n'avait été en même temps un Chef d'Ecole. Il forma de nombreux élèves dont beaucoup ont disparu : Alphonse et Charles Combes, ses

neveux; Bigot, Chabrié, Crafts, Pierre Curie, Genvresse, Gorgeu, de Gramont, Griner, Istrati, Ladenburg, Louise, Œschner de Coninck, Roux, Silva, etc., et parmi les derniers décédés, Charles Moureu, enlevé à la science en pleine activité, et qui, lui aussi, à l'exemple de son maître, s'efforça de donner à notre Société toujours plus de vie et plus d'éclat. Beaucoup de chimistes étrangers, sortis du laboratoire de la rue Michelet, ont étendu au delà de nos frontières, le renom de Charles Friedel : plusieurs occupent encore aujourd'hui des chaires de chimie dans les Universités et sont l'honneur de la science de leur pays : M. Delacre, professeur émérite de l'Université française de Gand, l'un des maîtres de la Chimie Organique belge; il compte ici de nombreux amis, nous sommes heureux de le revoir ce soir parmi nous; M. Bœdtker, professeur à l'Université d'Oslo dont les travaux se groupent souvent autour du $AlCl^3$, le catalyseur de Friedel et Crafts introduit pour la 1re fois dans la synthèse organique; M. Flatau qui enseigne la chimie pharmaceutique à l'Université de Poznan, M. Athanasesco, professeur de Chimie Médicale à la Faculté de Médecine de Bucarest et M. le sénateur Slotesco, Directeur du Service Chimique des douanes roumaines.

A Paris, toutes les chaires de chimie organique, à une exception près, sont occupées par des élèves de Friedel ou par des élèves de M. Béhal, de petits élèves de Friedel, je pourrais dire; c'est qu'en effet, pendant la dernière période de la vie de son maître, M. Auguste Béhal fut son associé dans la direction des recherches du laboratoire et à sa mort il hérita du patronat de cette grande école de Chimie Organique. A la Sorbonne, nous trouvons M. Blaise; à l'Ecole Normale, M. Lespieau; à la Faculté de Médecine, MM. Desgrez, Tiffeneau et Labbé; à la Faculté de Pharmacie, M. Béhal lui-même; au Muséum d'Histoire Naturelle, M. Fosse; à l'Institut catholique, l'abbé Hamonnet, aujourd'hui en retraite. D'autre part, MM. Auger et Urbain enseignent, le premier, la Chimie Industrielle et le second la Chimie Générale à la Faculté des Sciences de Paris. M. Guerbet occupait encore récemment la chaire de Toxicologie à la Faculté de Pharmacie. Enfin, MM. Etaix et Freundler ont donné l'enseignement pratique de la chimie à plusieurs générations d'étudiants parisiens.

En province, M. Couturier représente la Chimie agricole à l'Université de Lyon, M. Tissier, de la Faculté de Besançon, a abandonné sa chaire pour le Sénat. Nous ne pouvons que nous louer de cette infidélité à l'Université, car elle a permis à M. le sénateur Tissier de mettre à profit sa compétence scientifique pour la défense des intérêts du pays et tout particulièrement pour ceux de la science. Il nous en donnait encore un témoignage récent en faisant voter par le Sénat une somme de 100.000 francs en vue de faciliter chez nous la connaissance des travaux chimiques étrangers; je lui redis un cordial merci.

D'autres élèves du Maître sont allés à l'industrie. MM. le sénateur Charabot, Justin Dupont et Guerlain, ont tous trois conquis une réputation méritée dans la fabrication des parfums. M. Mouneyrat, ancien agrégé des Facultés de Médecine, s'est orienté vers

les spécialités pharmaceutiques et Otto a fait de l'ozone le meilleur des agents de purification des eaux potables.

Je salue tous les représentants de cette brillante école ici présents, et je m'excuse auprès de ceux que j'ai omis involontairement de citer. Vous avez bien rempli votre tâche, Messieurs, vos œuvres prolongent dignement dans le temps l'œuvre de votre maître.

Je veux dire nos obligations à M. Maurain, Doyen de la Faculté des Sciences, qui représente ici la Sorbonne où Friedel occupa successivement les chaires de Minéralogie et de Chimie organique, et à M. Georges Urbain, Directeur de l'Institut de Chimie appliquée fondée par M. Friedel, à M. Etienne délégué de l'Ecole des Mines.

Mesdames et Messieurs,

La célébration du centenaire de Friedel se confond avec notre Assemblée générale annuelle. Depuis l'an dernier, la Société de Chimie Biologique fait concorder sa réunion solennelle avec la nôtre. Elle a prié cette année, en union avec notre Société, M. von Euler, Professeur à l'Université de Stockholm, titulaire du prix Nobel, de nous donner une conférence, sur la Vitamine A et le carotène ; M. von Euler est un des grands maîtres de la physico-chimie biologique, il porte un nom déjà glorieux dans la science auquel il confère à nouveau la célébrité.

Vous avez entendu, dans un français impeccable, le clair et savant exposé de ses brillants travaux, dont les conséquences ouvrent à la physiologie et à la médecine d'étonnantes perspectives.

Nous lui sommes profondément reconnaissant d'avoir répondu à notre double invitation. Je veux associer dans ce même sentiment, M. le Ministre de Suède, qui nous a fait l'honneur d'assister à ce banquet et donne ainsi à la science française une marque de sympathie dont nous sommes très touchés.

M. le Professeur, il est de tradition à la Société Chimique de remettre à nos conférenciers un modeste souvenir en témoignage de notre gratitude. C'est avec plaisir que nous vous offrons la reproduction d'une médaille frappée par Louis XIII, en 1629, je crois, au lendemain d'un Traité de paix, pour sceller à jamais l'amitié de la Suède et de la France. Cette amitié n'a jamais cessé d'exister depuis, sauf pendant une courte période de l'épopée napoléonienne ; nous faisons des vœux pour qu'elle devienne chaque jour plus chaude et plus cordiale.

Je profite de l'occasion pour m'acquitter de la même tâche envers M. Béhal ; la médaille reproduite à son intention date de Louis XIV, elle comporte un sujet qui, j'en ai la conviction, touchera son cœur de patriote ; elle a été frappée en 1648, au lendemain de la reddition de Lens, sa ville natale, rentrée définitivement depuis cette époque dans le giron national.

Enfin les lauréats de nos prix pour 1932, M^me^ Bruzau, titulaire du prix Schutzenberger et M. Janot, bénéficiaire de la Bourse

Adrian, ont droit à la médaille Leblanc, je suis heureux de la leur remettre au nom de la Société Chimique, en leur renouvelant nos félicitations.

C'est toujours avec la même satisfaction que nous retrouvons à notre banquet annuel, les Présidents et les délégués des Sociétés Chimiques, nos associées dans la Fédération Nationale.

MM. les Professeurs Delépine et Dubrisay, Président et Vice-Président de la Fédération Nationale de Chimie.

M. Wurmser, Président de la Société de Chimie Physique.

M. Pique, Délégué de l'Association des Chimistes de sucrerie et de distillerie.

Nous saluons aussi les représentants de l'Industrie Chimique, M. de Laire, un de nos anciens Présidents, MM. Grillet, de Kap-Her, Thesmar, auxquels je joindrai H. Fleurent. Ce sont tous des amis fidèles et des bienfaiteurs de la Société Chimique; ils n'ont jamais séparé les applications des spéculations purement scientifiques.

Nous avons aussi la bonne fortune de posséder quelques invités étrangers, M. Funck, un pionnier de la chimie des vitamines, MM. Seidel et Titof, qui sont presque des nôtres.

Avant de vous entretenir de l'activité de notre Société au cours de l'année écoulée, permettez-moi d'adresser un souvenir ému à la mémoire de nos Membres décédés et de rappeler ici les noms de Marc Bridel, de Mailhe, de Faillebin, de Breteau et de Bourguel, tous les cinq et spécialement ce dernier, arrêtés prématurément en plein travail. La qualité de leur production scientifique nous fait sentir, avec regrets, combien la science française est éprouvée par leur disparition.

La Société Chimique instituée légataire universel par le testament du regretté Achille Le Bel, a réglé définitivement la plupart des questions posées par la succession. Le mérite en revient au dévouement de mon prédécesseur à la Présidence, M. Marcel Délépine, aidé de MM. Freundler et Bouchonnet. Les conseils éclairés de Maître Blanchet, le notaire de la succession, ne leur ont jamais manqué; je renouvelle à Maître Blanchet, notre merci.

Mesdames, Messieurs,

La vitalité de la Société Chimique de France est en corrélation directe avec l'importance des travaux effectués dans notre pays. Le nombre de nos séances devient actuellement insuffisant pour permettre à tous les chercheurs l'exposé oral de leurs travaux; le *Bulletin* lui-même, limité dans le cadre de notre budget, soulève des difficultés pour la publication de toutes les communications de nos associés, les mémoires s'accumulent chez l'imprimeur malgré l'importance de certains de nos fascicules, comme celui de décembre. De plus la qualité des travaux se superpose à la quantité comme l'atteste l'intérêt présenté par certaines de nos plus récentes séances.

Nos six sections provinciales font preuve de la même activité; une nouvelle section a été inaugurée le 10 mars, à Bordeaux, sous la présidence de M. Dupont, le zélé directeur de l'Institut du Pin;

ces faits laissent entrevoir une renaissance de la chimie française ; cette renaissance je ne crains pas de la signaler, parce que je la crois assurée du lendemain.

L'industrie chimique, en pleine production d'après guerre, attirait à elle les jeunes chimistes et les meilleurs, la crise actuelle a supprimé cette attraction ; les débutants s'orientent maintenant vers les laboratoires scientifiques au moment où, grâce à la taxe d'apprentissage, les maigres budgets de nos laboratoires se sont améliorés, et à l'heure où le fonctionnement du Fonds National de recherches permet d'encourager et de subventionner les chercheurs méritants.

C'est vous dire, Mesdames et Messieurs, tout ce que la science doit au Parlement qui nous a voté la taxe d'apprentissage et le fonds national. Je suis heureux d'avoir l'occasion d'exprimer ce soir notre dette de reconnaissance à M. le ministre Emile Borel, à MM. les sénateurs Charabot et Tissier ; notre gratitude va tout particulièrement à M. le député Emile Borel, ancien Ministre de la Marine, à l'initiative duquel est due la loi sur la taxe d'apprentissage ; il nous a donné d'ailleurs maintes preuves de son constant dévouement à la cause de la science. Je dois citer aussi M. Jean Perrin, l'un des instigateurs du Fonds National ; il a su gagner à notre cause le nouveau Président du Conseil des Ministres, M. Herriot.

Il me reste un dernier devoir à remplir, rendre à César ce qui appartient à César. Notre Secrétaire Général, M. Fourneau, a assumé, de la façon la plus désintéressée, la lourde tâche d'organiser le centenaire, les conférences et notre banquet. Nous sommes ce soir ses obligés, et je suis certain d'être en communion de pensée avec vous tous en lui disant nos amicaux remerciements.

Suivant la tradition permettez-moi de terminer, cette trop longue allocution, en levant mon verre :

A la famille Friedel et à ses Elèves, à M. le Ministre de Suède, à M. le Professeur von Euler, à tous nos invités et enfin à la Déesse à qui nous manifestons notre culte dans la cérémonie d'aujourd'hui, à cette déesse dont l'action mondiale va sans cesse croissant : à la Chimie.

M. le Président donna alors la parole à M. Bougault, Président de la Société de Chimie biologique, dont nous reproduisons ci-dessous le discours.

Monsieur le Président,
Mesdames, Messieurs,

Je remercie très vivement la Société chimique de France d'avoir associé la Société de Chimie biologique à cette belle manifestation en l'honneur du grand savant français Ch. Friedel.

Bien que les travaux de cet illustre chimiste soient éloignés des préoccupations habituelles des biologistes, nous n'avons pas l'impression d'être des étrangers à cette fête, mais bien les membres différenciés de la grande famille des chimistes français.

Depuis plusieurs années, nos deux Sociétés ont pris l'excellente

habitude d'une fusion de quelques jours dont quelque événement mémorable fournit le prétexte ; c'est là une innovation des plus heureuses dont les deux Sociétés apprécient les fructueux résultats. Cette année comportait la conjonction de deux circonstances remarquables : la célébration du centenaire de la naissance du chimiste Ch. Friedel, et une conférence du biologiste von Euler ; ainsi se trouvait encore mieux réalisée, par l'apport de chacune d'elles, la fusion entre nos deux Sociétés.

Par une coïncidence curieuse, le sujet même de la très belle Conférence du professeur von Euler, se présentait comme le symbole de la nécessité d'une étroite collaboration des deux disciplines représentées par nos deux Sociétés.

Si, en effet, nous considérons l'histoire de la Vitamine A et du Carotène, nous voyons que, sous forme de Carotène, cette substance a pris naissance dans le domaine de la Chimie pure à l'état de principe immédiat défini, sans intérêt spécial qu'une simple curiosité de laboratoire dû aux patientes recherches et à l'habileté expérimentale du professeur Arnaud.

De son côté, la Vitamine A est un produit de Chimie biologique. On l'entrevoit sous l'aspect mal défini de diastase, de catalyseur, de constitution inconnue. Ce n'est pas elle que l'on voit d'abord pour l'étudier ensuite ; ce sont ses propriétés biologiques qui la révèlent, bien avant qu'on puisse soupçonner sa nature chimique.

Et voilà que sous les efforts combinés des chimistes et des biologistes, les deux produits, Carotène et Vitamine A, se rapprochent : le Carotène révèle ses propriétés biologiques, la Vitamine A son entité chimique définie.

Cet exemple n'est certes pas unique dans les annales de la science, mais on peut dire cependant, qu'aucun sujet de conférence n'eût été mieux approprié à la justification de la réunion de nos deux Sociétés, réalisée pendant ces jours de fête.

En présence de telles constatations, l'esprit de généralisation opère, presque malgré soi, et on se prend à souhaiter, en dépit des difficultés pratiques, une union plus étendue, générale, des Sociétés chimiques de toutes les nations.

Ce serait un moyen de travailler efficacement au développement de l'idée de paix qui, à l'heure actuelle, trace si péniblement sa voie à travers le monde.

La science chimique, en effet, présente ce précieux avantage de supprimer les rivalités en fournissant un aliment inépuisable aux plus insatiables ambitions, car elle possède le privilège remarquable d'avoir un champ d'action illimité qui se développe d'autant plus qu'on le cultive davantage.

Je termine sur ce souhait.

Permettez-moi d'apporter l'hommage de la Société de Chimie biologique à la mémoire de Ch. Friedel.

Je bois à la santé de notre éminent Conférencier, le professeur von Euler, aux dames qui embellissent cette soirée par le charme de leur présence, à tous les convives de ce soir et à la prospérité de nos deux Sociétés.

M. le Professeur H. von Euler, invité à prendre la parole, porte le toast suivant :

Monsieur le Ministre,
Monsieur le Président,
Mesdames, Messieurs,

Ma connaissance imparfaite de votre belle langue m'empêche d'exprimer, comme je l'aurais souhaité, le bonheur que je ressens de me trouver en ce moment au milieu de vous et d'assister à cette fête. Je dois donc me borner à de brefs mots pour vous remercier chaleureusement de l'honneur que vous m'avez fait en m'invitant à faire une conférence devant la Société Chimique de France et la Société de Chimie Biologique, de la façon si aimable dont vous m'avez reçu à Paris et de la médaille que vous m'avez remise hier et de celle que je viens de recevoir des mains de votre Président, M. Matignon.

Cette médaille, si finement ciselée, et qui porte les traits des rois Louis XIII et Gustave II Adolphe, rappelle dans la mémoire un des nombreux liens qui existent dans tous les domaines entre la France et la Suède et non pour le moins dans le domaine de la Science.

Je me permets de mentionner dans cet ordre d'idées le fait que notre compatriote Berzélius a séjourné parmi ses collègues à Paris, en 1818-1819, pendant plus d'un an, et qu'il maintint depuis lors une correspondance animée avec plusieurs de vos grands chimistes, surtout avec Dulong et Gay-Lussac.

D'autre part, l'Académie des Sciences de Suède a eu l'honneur de compter parmi ses membres le grand savant dont nous célébrons aujourd'hui le centenaire, M. Charles Friedel.

Qu'il me soit permis d'exprimer à cette occasion l'espérance que les liens qui existent entre les chimistes français et suédois s'accroîtront et se développeront. Soyez assurés que mes collègues salueront avec la plus grande joie toute occasion de voir des représentants de la Chimie française comme leurs hôtes en Suède, et de prendre part aux résultats des recherches de vos éminents savants, qui susciteront toujours chez nous le plus vif intérêt.

Après quelques mots de remerciements de S. Exc. M. l'Ambassadeur de Suède, M. Ch. Maurain, Doyen de la Faculté des Sciences prononça l'allocation suivante :

L'honneur qui m'échoit, comme doyen de la Faculté des Sciences, de saluer devant vous la mémoire de Friedel, évoque pour moi le souvenir très vif de son cours de chimie organique, que j'ai suivi lorsque j'étais élève à l'Ecole Normale. Le cours avait lieu dans l'amphithéâtre de la rue Michelet ; l'auditoire était très nombreux ; Friedel professait avec enthousiasme ; bientôt son beau visage encadré de blanc se colorait, et cette physionomie sympathique et persuasive m'est très présente.

J'ai très présent aussi l'intérêt nouveau qu'avait pour moi l'enseignement de Friedel. Jusque-là, les leçons de chimie que j'avais entendues portaient sur la chimie minérale et surtout sur les métalloïdes, et j'avais eu, à cette époque. et la faute en était sans doute à moi, l'impression de quelque chose d'un peu chaotique. Pour la première fois m'apparaissait une chimie ordonnée, où les corps se rangeaient en classes ayant entre elles des relations déterminées, où des méthodes générales s'appliquaient aux synthèses ou aux transformations. Mon esprit en éprouvait une véritable satisfaction.

Je m'excuse de ces souvenirs personnels. La vive impression que j'ai ressentie aux cours de Friedel l'a été sans doute par beaucoup de ses auditeurs. L'enseignement de chimie organique qu'il donna à la Faculté des Sciences de Paris pendant quinze ans eut un grand succès et une profonde influence. — Il succéda dans cette chaire à son maître Wurtz en 1884. Il appartenait déjà à la Faculté, où il était entré en 1876 comme professeur de minéralogie, lors du décès de Delafosse. Dans ses premiers travaux, il s'était partagé entre la minéralogie et la chimie, et il avait enseigné pendant quelques années la minéralogie à l'Ecole Normale, après la retraite de Des Cloizeaux. C'est de là qu'il passa, dans le même enseignement, à la Sorbonne.

Dans la chaire de chimie organique, Friedel attira autour de lui de nombreux élèves ; préoccupé de développer les travaux de laboratoire, il fonda en 1895 un Laboratoire d'enseignement pratique de la chimie, qui fut installé dans les bâtiments de la rue Michelet, laissés libres à ce moment par le transfert des Services de chimie de la Faculté à la nouvelle Sorbonne. Cet établissement est devenu l'Institut de Chimie, maintenant plus largement logé rue Pierre-Curie ; Friedel en conserva la direction jusqu'à sa mort.

Il est peu de maîtres dont le souvenir soit resté aussi vivant à la Faculté des Sciences que celui de Friedel. Sa physionomie noble et pleine de bienveillance est gravée dans la mémoire de tous ceux qui l'ont approché. Ceux de nos collègues, les jeunes, qui ne l'ont pas connu, connaissent cependant bien ses traits : nous avons en effet la bonne fortune de posséder à la Faculté un beau buste de Friedel, dû à un autre grand chimiste qui est en même temps un grand artiste, et qui a le rare bonheur d'ajouter aux joies de la découverte scientifique celles de la création artistique.

La Faculté des Sciences est heureuse de s'associer à la commémoration du centenaire de la naissance de Friedel décidée par la Société Chimique de France, et de rendre ainsi hommage à l'un de ses maîtres les plus sympathiques et les plus illustres.

M. le Professeur G. Urbain, Directeur de l'Institut de Chimie de l'Université de Paris et M. R. Etienne, Professeur à l'Ecole Nationale des Mines rappelèrent les traces profondes laissées par Ch. Friedel dans ces différents établissements.

M. le Sénateur Tissier prit ensuite la parole :

Messieurs,

Il y a un siècle venait au monde, à Strasbourg, celui dont nous célébrons la mémoire.

Son père, dont les débuts furent modestes, s'était créé une situation prospère en achetant dans le midi de la France des fruits et des légumes qu'il revendait en Allemagne. Plus tard, il adjoignit une petite banque commerciale à son commerce d'exportation et il épousa Mlle Virginie Duvernoy, fille du professeur d'histoire naturelle à la Faculté des Sciences de Strasbourg. A la naissance de son fils, il avait 34 ans et habitait une maison ancienne, précédée d'une cour ornée de grands arbres, qui communiquait par une porte cochère avec la rue Saltzman.

C'est dans ce milieu familial que le jeune Friedel fit ses premiers pas et que s'écoula sa jeunesse studieuse et calme.

M. Friedel père caressait l'espoir qu'un jour son fils lui succéderait à la tête de la maison de banque et voulait qu'il possédât une solide instruction. Aussi, dès l'âge scolaire, l'enfant suivit les classes du gymnase protestant où, une quinzaine d'années auparavant, l'avait précédé Würtz, qui devait devenir son maître et son ami.

Il y fit d'excellentes études classiques et fut félicité, au baccalauréat, par l'un des examinateurs, Pasteur, qui professait alors à Strasbourg.

Le nouveau bachelier, contrairement aux espérances du papa Friedel, ne se sentait aucun goût pour la banque, la science seule l'attirait. Cependant, une injustice des milieux académiques, dont fut victime le grand-père Duvernoy indigna le futur savant et le décida à donner satisfaction à son père en entrant à la banque.

A ses heures de loisir, il fréquentait la Faculté et suivait notamment le cours de Chimie de Pasteur, qui l'avait pris en amitié et l'invita un jour à venir le voir au laboratoire.

Ce jour-là, maman Friedel fut bien inquiète, son fils n'était pas rentré à l'heure du déjeuner, et comme il était d'une très grande exactitude, elle craignait un accident, lorsqu'elle le vit arriver tout joyeux, à deux heures de l'après-midi. Il avait visité le laboratoire de Pasteur et le savant, heureux du plaisir qu'éprouvait son visiteur, en avait, comme lui, oublié l'heure.

Cette visite devait avoir un autre résultat, celui de raviver chez le jeune homme le désir de se consacrer à la science.

Les parents finirent par se laisser fléchir, et, en octobre suivant, ils envoyèrent leur fils chez le grand-père Duvernoy, qui avait remplacé Cuvier au collège de France et au jardin des plantes, où il occupait la vieille maison de Buffon.

A Paris, Friedel suivit les cours de mathématiques spéciales au lycée Saint-Louis, dans le but de se présenter au concours pour l'école normale supérieure. Il était la joie du grand-père, demeuré veuf et seul depuis longtemps, qui écrivait à sa fille « que c'était comme le ciel que d'avoir un jeune homme aussi sympathique que son petit-fils, à tous les points de vue ».

Le coup d'Etat de 51 vint troubler cette quiétude. Les massacres et les proscriptions, ainsi que les mesures de réaction qui mar-

quèrent cette époque avaient exaspéré les Républicains. Plus de liberté de la parole, plus de liberté d'écrire, plus de liberté d'enseigner et l'obligation pour tous, fonctionnaires, députés, magistrats, professeurs, de prêter serment d'obéissance à l'empereur.

Nombreux furent, dans l'Université, ceux qui refusèrent de se soumettre à cette obligation et parmi eux, des plus célèbres, comme Michelet, Jules Simon, Vacherot, Taine, préférèrent abandonner leurs chaires. Friedel ne voulant pas avoir, dans l'avenir, à prêter ce serment, renonça à l'école normale. et il n'accepta plus tard le poste de conservateur des collections à l'école des mines que parce qu'il n'obligeait pas à la prestation du serment.

C'est que, de famille protestante, il avait au cours de son enfance entendu ses parents rappeler les souffrances et les misères de ceux des leurs qui, à une époque encore récente, avaient tout sacrifié à la liberté de leur conscience. Et en 48, dans toute l'ardeur de ses 16 ans, il avait été enthousiasmé à la lecture des Girondins, de Lamartine, dont le lyrisme réveillait dans les âmes les souvenirs de la grande Révolution Il en a conservé toute sa vie, ce sentiment profond de la liberté qui a pour base la sincérité des convictions et le respect des convictions d'autrui, ainsi qu'un violent amour de la justice qui, lors de l'affaire Dreyfus, lui fit inscrire son nom à côté de ceux qui, dès la première heure, défendirent le droit méconnu.

Sorti du lycée, il prépara la licence ès sciences physiques et s'adonna à l'étude de la minéralogie, dont il trouvait tous les éléments dans les superbes collections du jardin des plantes, puis il entra au laboratoire de Wurtz, malgré les offres de Pasteur qui eût bien voulu l'associer à ses travaux sur la dissymétrie des cristaux.

Là, il eut son premier grand chagrin, la mort de son grand-père Duvernoy, en 1855, à l'âge de 78 ans. L'année suivante, il était choisi par de Sénarmont pour l'emploi de conservateur des collections à l'école des mines et, en 1859, il soutenait brillamment sa thèse de docteur ès sciences. La première partie était relative aux acétones et aux aldéhydes, la seconde partie à l'étude de la propriété pyro-électrique des cristaux bons conducteurs de l'électricité et des rapports entre la forme cristalline et la pyro-électricité.

Peu de temps après sa nomination à l'école des mines, il avait épousé, à Mulhouse, M^lle^ Emilie Kœcklin. De cette union naquirent cinq enfants : une fille qui épousa l'éditeur Berger-Levrault, descendant d'une vieille famille strasbourgeoise émigrée à Nancy après l'annexion ; une seconde fille, qui mourut toute jeune, puis un fils, Georges, ingénieur des mines et minéralogiste distingué, qui professa successivement à l'école des mines de Saint-Etienne et à la faculté de Strasbourg, où il a pris sa retraite. Son fils est actuellement administrateur de la librairie Berger-Levrault. La 3^e^ fille épousa le professeur Denis et la dernière le pasteur Bois, professeur à la Faculté de théologie protestante de Montauban, transférée depuis à Montpellier et dont il fut doyen.

Ces trop courtes années de bonheur furent interrompues par la guerre néfaste de 70. Ce furent nos armées vaincues, l'invasion et le démembrement de la patrie. Friedel eut la douleur de voir ainsi

tomber sous le joug prussien la terre d'Alsace et son cher Strasbourg, auquel le rattachaient tous ses souvenirs d'enfance et où sont maintenant les tombes de ses parents.

Puis la mort de Mme Ch. Friedel, survenue à Vernex, en Suisse, où, souffrante, elle avait été emmenée par ses parents, à l'époque des vacances. Privé de nouvelles des siens pendant toute la durée du siège de Paris, où il servait comme garde national, Friedel s'empressa de les rejoindre dès que la fin des hostilités le lui permit. En cours de route, il apprit par hasard que sa femme était morte quelques jours avant la signature de l'armistice, le 19 janvier 1871.

A la fin de la même année, il était nommé suppléant, puis l'année suivante maître de conférences, de minéralogie à l'Ecole Normale supérieure, en remplacement de Descloizeau, démissionnaire pour raison de santé.

Lors de sa nomination à l'école des Mines, il avait trouvé le meilleur accueil auprès du directeur, M. Combes, avec lequel, après son mariage, il s'était lié d'étroite amitié et Mlle Louise Combes, devenue amie intime de Mme Charles Friedel fut la marraine de son dernier enfant. A la mort de son amie, elle se consacra de tout son cœur aux orphelins dont l'aînée avait une douzaine d'année et dont la plus jeune, sa filleule, était en bas-âge. Le 7 avril 73, à l'âge de 35 ans, elle épousait Charles Friedel et fut une mère dévouée pour tous les enfants, qui l'entourèrent jusqu'à sa mort, de tendresse et de respect. Elle eut elle-même un fils, Jean, actuellement maître de conférences de botanique à la Faculté des Sciences de Nancy.

Le 21 mars 76, à l'âge de 44 ans, Ch. Friedel était nommé professeur de minéralogie à la Sorbonne, en remplacement de Delafosse, décédé. Son bagage scientifique se composait de nombreux travaux de minéralogie, de cristallographie et de cristallophysique, ainsi que de travaux de chimie relatif : aux acétones et aux aldéhydes ; aux combinaisons du silicium ; à la pinacone et à l'alcool pinacolique ; à la préparation d'une série d'alcools tertiaires, etc.

Deux ans plus tard, l'Académie des Sciences lui ouvrait ses portes dans la section de chimie, en remplacement de Regnault.

La lettre que Descloizeaux écrivait au ministre de l'Instruction Publique, à l'occasion de la nomination à la chaire de minéralogie, fait ressortir la variété des connaissances de Charles Friedel et l'estime dont il jouissait dans le monde savant. Permettez-moi de vous en citer quelques passages : « La minéralogie est une science « essentiellement française, créée par Haüy et cultivée avec éclat « par Beudant, Dufrénoy, de Sénarmont, pour ne parler que des « morts. Pour se maintenir en présence des étrangers, à la hauteur « que nous devons tous désirer, le professeur de minéralogie ne « doit plus se borner, comme on l'a fait quelquefois, à la descrip- « tion des espèces ou à l'histoire Naturelle des minéraux et à celle « de leurs gisements. Il aurait besoin d'être à la fois cristallographe « comme Haüy, physicien comme Sénarmont, et chimiste comme « Beudant..... L'un des candidats présentés à votre choix, « M. Friedel, me paraît réunir à un haut degré la qualité du vrai

« minéralogiste de nos jours. J'ose donc espérer qu'en le choisissant, « vous répondrez à l'espoir de tous les savants français et étran- « gers ! »

Partisan convaincu de la théorie atomique, pour le développement de laquelle il avait milité aux côtés de Wurtz, il abandonna, à la mort de celui-ci, la Chaire de minéralogie pour la Chaire de chimie organique, devenue vacante, afin de conserver à l'enseignement de la chimie organique, à la Sorbonne, le caractère que lui avait donné son illustre ami.

Autour de lui était vite accouru une pléiade de disciples attirés par l'éclat de ses travaux. Des étudiants étrangers venaient de différents points du globe solliciter l'honneur de travailler sous sa direction. Quelquefois aussi, de vieux savants venaient lui demander asile. Il était accueillant aux uns et autres. Toutes les places étaient occupées dans les barraquements de la rue Michelet, où lui-même ne s'était réservé qu'une modeste pièce personnelle.

Il était non seulement respecté pour son savoir, mais aimé pour sa bonté par tous ceux qui eurent le bonheur de travailler dans son laboratoire et qui constituaient une véritable famille.

Chaque semaine, il réservait une soirée à ses élèves, qu'il recevait chez lui, avec simplicité, au milieu de sa famille et de ses vieux amis. Parfois, aux beaux jours d'été, il les réunissait à sa table. Aussi, en 1887, lors de sa promotion comme officier de la Légion d'honneur (il était chevalier depuis 18 ans), c'est avec grande joie que ses élèves et ses amis de laboratoire lui offrirent un bronze symbolisant « la pensée », en témoignage de leur affection.

Que de disparus depuis cette époque. — Mais ceux qui restent ont gardé au cœur le même sentiment de reconnaissance à la mémoire de Ch. Friedel.

Il ne m'appartient pas de vous exposer son œuvre scientifique, Béhal, le plus dévoué et l'un des plus éminents de ses élèves, vient de le faire avec son talent et sa compétence. Mais la physionomie du maître serait incomplète, si je ne rappelais à quel haut degré il possédait le sens de l'organisation.

Dès 56, il avait constitué un groupe de jeunes chimistes qui se réunissaient périodiquement pour échanger des idées et se tenir mutuellement au courant des progrès de la Chimie. Wurtz le transforma en 58, en une société savante, la Société Chimique de France.

On doit également à Friedel deux créations intéressantes : une école qu'il fonda avec Philippe de Clermont, dans le but de donner aux enfants un enseignement plus libéral et plus souple que celui imposé par M. Tartoul à l'Université de France. Elle devint florissante sous le nom « d'Ecole Alsacienne » grâce au haut patronnage de Wurtz. L'autre création est la » Société Française pour l'avancement des sciences », dont il exposa, en 1872, le but et l'organisation devant un petit comité de savants parmi lesquels figuraient Wurtz, Claude Bernard et Combes, qu'il avait réunis dans le cabinet de ce dernier, à l'école des Mines.

Enfin, en 1896, le transfert de la Chaire de Chimie organique dans les bâtiments de la nouvelle Sorbonne, lui permit de réaliser

ce qu'il ambitionnait depuis longtemps, un laboratoire d'enseignements pratique de la Chimie, dans les baraquements de la rue Michelet, devenus libres.

Le 20 octobre 1899, au cours des vacances, alors qu'il se reposait à Montauban, chez son gendre, M. Bois, il mourût subitement, en pleine activité, regretté par tous ceux qui l'avaient connu, pleuré par ses élèves.

Avec Charles Friedel disparaissait un grand citoyen, ardent patriote, profondément attaché à la République, un savant dont l'existence laborieuse dominée par la bonté et par le sentiment du devoir, peut servir d'idéal à ceux qui se destinent à la Science et au haut Enseignement.

M. Delacre, Professeur émérite de l'Université française de Gand, rendit hommage au grand savant qui fut son maître :

Monsieur le Président,
Monsieur le Ministre,
Monsieur Jean Friedel,
Mesdames, Messieurs,

Vous avez bien voulu, mon cher Président, m'inviter à cette manifestation en l'honneur de mon maître Charles Friedel; vous souvenant de ce que je dois à la science française, vous avez bien voulu me demander de prononcer quelques mots, comme élève étranger de ce maître vénéré. Je vous en remercie.

Accepter l'invitation de la Société chimique de France était pour moi une joie et un devoir. Une joie, celle de me retrouver, après 45 ans, au milieu de ceux qui ont fait comme moi une carrière de chimiste, revivre un instant cette cordialité charmante qui nous unissait dans cette chère jeunesse évanouie. Un devoir, un devoir sacré, venir ici, parler une fois encore de cette douce figure de Charles Friedel, et redire entre nous, dans cette cordialité retrouvée mieux peut-être que dans des discours, ce que nous lui devons dans l'ordre scientifique.

Pour tous ceux qui ont le privilège de pouvoir s'appeler ses élèves, n'a-t-il pas été l'initiateur? N'est-ce pas lui qui a guidé nos premiers pas? Notre premier travail, n'est-ce pas à lui que nous le devons? Et plus tard, dans l'âpreté des compétitions qui se dressent au début d'une carrière, n'est-ce pas à lui, toujours à lui, que nous avons eu recours? et ne nous a-t-il pas toujours appuyé de la haute autorité qui entourait sa personne?

Ce qui est imprimé dans les livres est quelquefois beau; ce qui est gravé dans les cœurs l'est toujours.

Ah! le cher patron! C'est notre vénérable condisciple M. le Chanoine Hamonet qui, au cours d'agapes champêtres, lui disait sous ce terme familier notre juvénile affection. Plusieurs de nous s'en souviennent. Charles Friedel répondait avec simplicité. Il voyait dans la carrière de ses chers élèves un prolongement de la sienne.

« Parfois, disait-il, je crains de ne pas servir assez bien la science. »

Toute sa silhouette morale se dépeint dans des appréhensions de cette nature. Il a pour la vérité scientifique des timidités d'officiant et la science est pour lui une manière de sacerdoce. Je n'ai jamais pensé à lui sans songer en même temps à l'Alsace. C'est que la patrie et la science étaient, dans l'élévation de son esprit, l'objet d'un même culte. Un culte qui débute par l'abnégation et finit par le sacrifice.

Je n'ai pas à rappeler la carrière scientifique de notre maître regretté. Sa biographie a été écrite par une plume autorisée; et notre ami, M. Béhal, vient de vous en donner un magnifique exposé. Je n'aurai à y ajouter que la note personnelle de ma particulière gratitude.

Vous voudrez bien m'excuser si j'en expose les motifs.

J'ai connu deux grandes satisfactions intellectuelles, les seules de ma carrière scientifique. La première, je la dois à Charles Friedel. La seconde à la philosophie scientifique française.

C'est Charles Friedel qui est à l'origine du problème expérimental sur lequel j'ai usé ma vie pendant trente ans. C'est lui qui, avec une rare indulgence et un espoir assurément exagéré, y a attiré ma jeune attention. C'est la confiance que j'ai toujours professée en son bon sens scientifique, en l'équilibre expérimental de son esprit, en la justesse de ses vues, en son esprit français en un mot, qui m'a soutenu et encouragé dans une voie particulièrement ardue.

Je ne vous exposerai pas ce problème de la pinacoline. Charles Friedel serait peut-être satisfait de m'entendre dire que, pour le résoudre, environ 450 kilos de pinacone me sont passés par les mains.

Je crois avoir démontré d'abord que la transposition n'existe pas au sens philosophique, puisque l'on peut former expérimentalement des séries de cycles où apparaissent des phénomènes inverses.

Ensuite, dix ans après, j'ai finalement réussi à mettre la main sur le fait expérimental. Dans la famille de la dypnopinacone qui m'avait servi dans la synthèse graduelle de la chaîne benzénique, j'ai démontré que plusieurs corps sont inversement, quantitativement et directement isomérisables.

Notre notion de l'individualité chimique est donc insuffisante. Si nous jugeons par analogie, la pinacoline doit être représentée par deux formules. Mais, comme elle est liquide, il ne nous est possible actuellement que de mettre en évidence l'une d'elles.

Il n'y a pas de faits anormaux. Il n'y a que des doctrines incomplètes.

C'est ainsi que, pendant trente ans, j'ai travaillé dans le sillage de Charles Friedel, comme j'ai pu, en élève respectueux, soutenu assurément par son souvenir, mais poussé inexorablement par les faits.

Mais ce n'est pas là le seul objet de ma gratitude. Je vous ai dit que ma seconde satisfaction, je la devais à la philosophie française. Comme étranger, je me dois de la rappeler en deux mots.

Je crois que la période de l'histoire correspondant aux débuts de la carrière de Laurent, assez mal connue, a été l'origine d'une véri-

table idéologie historique qui a eu de graves répercussions sur l'enseignement universitaire.

Nous avons subi cet enseignement. Les atomistes se dressaient en face des équivalentistes. Je n'ai pas besoin de vous dire que ces pauvres équivalentistes étaient chargés de tous les péchés d'Israël.

Mais les atomistes faisaient état de cette idéologie.

Mis en éveil par la philosophie de Claude Bernard, j'ai suivi le fil de l'histoire.

Charles Friedel serait heureux de m'entendre répéter la phrase de son maître Wurtz qui avait soulevé des tempêtes : « La chimie est une science française. »

Mais, si la chimie est française, elle doit être expérimentalement française. Et notre système chimique est basé, incontestablement selon l'histoire, sur une vérité expérimentale française, la substitution de Laurent. Les atomes et les molécules n'ont pas eu à intervenir.

Pour moi, cette étude de l'histoire m'a montré toute la vanité des querelles d'écoles. Mais ayant repris ce que Claude Bernard appelle la « liberté du doute », j'ai retrouvé la liberté de mes affections.

Substitution. Dissociation. Dissymétrie moléculaire. Trois mots français, exclusivement français, les plus grands de notre philosophie du XIX^{e} siècle. Heureux les hommes dont le nom est inscrit sous chacune de ces grandes vérités. Leur œuvre tient en ce seul mot. Ils ont compris que cette vérité est en dehors des théories, qu'elle est toujours simple et que la beauté des sciences est dans la clarté.

Mes yeux se sont ouverts à cette grande beauté de la science française. Mais deux noms sont gravés en lettres d'or dans ma mémoire. Le nom de Claude Bernard et le nom de Charles Friedel. Ils y sont indissolublement unis. Il m'était impossible de prononcer l'un sans évoquer l'autre.

Charles Friedel, en nous encourageant, ne s'est pas attendu à nous voir piétiner sur place. Et si la philosophie de Claude Bernard a ouvert notre esprit à ce bienfaisant positivisme, qui, mieux que Charles Friedel, aurait pu nous y préparer ? Je ne puis oublier qu'il était aussi l'élève de Pasteur.

J'ai certainement dans l'ordre intellectuel des liens de reconnaissance multiples et forts. Mais, entre les maîtres extrêmes dont il m'a été donné de suivre les enseignements, c'est Charles Friedel qui est resté pour moi comme une moyenne doctrinale. J'ai recueilli comme autant de modèles la haute distinction de son intelligence et de sa personne, la modération de son lumineux entendement.

Je suis venu à lui à un âge où mon esprit était déjà mûri. J'ai conservé toute ma vie cette bienfaisante empreinte, reçue dans un milieu de cordialité dont le souvenir ne peut s'effacer.

Ce n'est pas à Charles Friedel seul que je devrais exprimer ma gratitude. Mais mes compagnons et mes amis de ces jours anciens me permettront de le dire, c'est vers lui, vers notre cher patron, que se reporte mon souvenir aujourd'hui.

Et j'ai été heureux et fier de pouvoir apporter ici, respectueuse-

ment, à sa chère mémoire le modeste tribut de mon attachement, de ma reconnaissance et de mon admiration.

M. le Président donna ensuite la parole à M. Justin Dupont, Vice-Président de la Société de Chimie Industrielle, qui prononça le discours suivant :

Mesdames,
Excellence,
Monsieur le Président,
Messieurs,

La Société de Chimie industrielle m'a confié la mission de prendre la parole ce soir en son nom pour saluer respectueusement M. le Professeur Von Euler et les membres de la famille Friedel réunis ici et pour l'associer aux honneurs que vous rendez à la mémoire de Charles Friedel.

Ce n'est pas en usant d'un banal procédé oratoire que je dis que cet honneur m'émeut.

Je suis ému parce que je me souviens.

Quarante années ont passé depuis l'époque où, sortant de l'École de Physique et de Chimie industrielles, j'avais le bonheur d'entrer au service de Charles Friedel en qualité de préparateur particulier. Ce qui a pu m'arriver de favorable dans la vie, c'est à cette conjoncture que je le dois. Des voix plus hautes que la mienne ont glorifié cet après midi l'œuvre scientifique de Friedel. Mon ami le Sénateur Louis Tissier vient de tracer le portrait le plus saisissant de l'homme et du citoyen. Tout a été dit et bien dit. Qu'il me soit permis, cependant, d'évoquer quelques modestes souvenirs.

En ces temps lointains, les laboratoires de chimie de la Faculté des Sciences étaient logés dans de vétustes bâtiments en bois, à l'angle de la rue Michelet et de l'avenue de l'Observatoire. Là, de belles pages de l'histoire de la chimie organique ont été écrites. Là, je me suis instruit au contact du Maître et de mes anciens, parmi lesquels je compte des amis bien chers. On y travaillait dans la joie et dans l'enthousiasme. La bonne humeur d'Auger inclinait tout le monde à l'optimisme. Pour moi, le temps n'a rien effacé de ces années heureuses.

Deux fois le mois, nous suivions les séances de la Société chimique. Friedel ne manquait jamais d'y assister. Il avait pour elle une affection qui ne s'est jamais refroidie. Il était constamment soucieux d'intéresser les industriels à sa vie, et il y réussissait.

Son influence dans les milieux de l'industrie chimique était grande, car son caractère n'y était pas moins estimé que sa science. Lorsque la mort vint le frapper, il présidait le Comité d'organisation de la Classe des Industries chimiques à l'Exposition de 1900.

Cette influence, il fut heureux de la mettre, en maintes circonstances, au service de la Société chimique. On a déjà rappelé comment, à plusieurs reprises, il obtint pour elle des subventions industrielles importantes. Le nom de son ami Scheurer-Kestner se

trouve inscrit auprès du sien dans ces pages de l'histoire de la Société chimique.

Ces services qu'il obtint de l'industrie ne sont rien auprès de ceux qu'il lui rendit.

Préoccupé de fournir aux industries chimiques françaises les chimistes français qui leur manquait, il avait, il y a cinquante ans, contribué à la création de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.

Plus tard, il fut le principal artisan de la fondation de l'Institut de chimie appliquée de l'Université de Paris. Ces deux établissements ont justifié les espoirs qu'il avait basés sur eux. Ils ont contribué, pour leur part, au progrès de notre industrie chimique.

Ses travaux ont, plus directement encore, eu des répercussions sur ces progrès. Un procédé de synthèse aussi général que celui qu'il découvrit avec Crafts ne pouvait qu'avoir de nombreuses conséquences pratiques. Je n'en citerai qu'un exemple, tiré d'une industrie qui m'est chère. La Parfumerie, à la fin du siècle dernier, a reçu une vive impulsion du fait de la découverte des dérivés nitrés à odeur musquée. Ces muscs artificiels sont obtenus à partir du butyltoluène et du butylxylène. Or, la préparation de ces carbures n'a pu être pratiquement réalisée qu'en utilisant la méthode de Friedel et Crafts.

Ainsi, dans le champ de l'application, les moissons germent et croissent grâce aux soins diligents de l'industrie. Mais, toujours, la semence est fournie par le chercheur désintéressé du laboratoire.

C'est sur cette parole de reconnaissance que je terminerai. Au nom de la Société de Chimie industrielle je remercie la Société Chimique de France et la Société de Chimie biologique de nous avoir associés à ces fêtes. J'exprime le souhait de voir s'affirmer, de plus en plus, l'étroite entente de ces trois organismes qu'anime un commun idéal.

M. Jean Friedel, fils de l'illustre chimiste, prit le dernier la parole pour remercier la Société chimique de la cérémonie organisée en l'honneur de son Père, dont il reppela en termes émus l'attachante personnalité. Nous reproduisons ci-dessous un passage de son discours :

Ceux qui ont connu mon bien-aimé Père au laboratoire ont su voir l'homme derrière le savant, cet homme si bon, si oublieux de lui-même qui trouvait une si grande joie à guider ses élèves, à les inspirer, à les aider. Ceux qui ont fréquenté notre maison ont entrevu ce qu'il était pour les siens, nous, ses enfants, seuls pouvons le dire. Notre cher père était une âme de bonté et de lumière et cela se voyait sur sa belle figure. Très jeune il eut les cheveux blancs, la barbe blanche ; ses yeux d'un bleu très particulier avaient une expression profondément affectueuse. C'est cette image souriante que je vois lorsque j'évoque mes souvenirs. C'était une joie quand il rentrait à la maison et nous trouvions toujours que nous ne l'avions pas assez, le laboratoire prenant la plus grande partie de son temps. Il nous donnait pourtant beaucoup ; nous avions

toujours les dimanches et les vacances, réserves qu'il ne laissait jamais entamer. Il causait beaucoup avec nous très simplement. Il nous initiait à sa vie scientifique dans la mesure où nous pouvions comprendre. Petit-fils de naturaliste (Duvernoy), il pouvait, à la campagne, nous donner des explications qui ne ressortissaient pas de la Chimie ou de la Minéralogie. Très artiste, il savait rendre extraordinairement vivantes des visites de Musées ou de Cathédrales.

Il dessinait de très jolis paysages où il savait merveilleusement faire jouer la lumière. Il lui est arrivé parfois de mettre dans un dessin plus de soleil qu'il n'y en avait dans la réalité ; il était un idéaliste. Très cultivé au point de vue littéraire, il nous lisait parfois quelques pages classiques avec une expression très juste. Je me souviens qu'il avait un goût particulier pour les *Plaideurs*.

Tout cela, c'était le côté intellectuel de la vie de famille et ce côté était charmant. Le côté moral et sentimental était encore meilleur, la bonté de mon père rayonnait spontanément. En vivant avec lui, il était facile de vibrer à tout ce qui faisait vibrer son âme : amour de la science, rectitude morale parfaite qui semblait toute naturelle, patriotisme sans étroitesse, profond sentiment religieux, charité qui parfois avait un peu trop confiance en la nature humaine. Toutes ses pensées, tous ses sentiments formaient un ensemble parfaitement harmonieux, équilibré. Dans cet ensemble, plus haut encore que la claire intelligence, la bonté rayonnait.

M. le Professeur Boedtker, ancien élève de Ch. Friedel, avait été invité par la Société chimique à la commémoration du centenaire de l'illustre chimiste. Regrettant de ne pouvoir assister à la cérémonie, il avait adressé à M. Fourneau la lettre que nous reproduisons ci-dessous et qui est d'autant plus touchante, que peu de temps après, Boetdker succombait.

Mon cher collègue,

Je ne saurais dire combien je regrette d'être empêché d'assister à la commémoration du centenaire de Charles Friedel, parmi mes maîtres peut-être celui dont j'ai gardé le meilleur souvenir.

C'est en 1895 que je suis entré au Laboratoire de Chimie Organique à la Sorbonne, c'est-à-dire juste à l'époque où Friedel avait pris possession de ce nouveau laboratoire, construit sur ses indications. A mon avis, l'aménagement d'un Laboratoire de recherches en petites salles, chacune destinée à 3 ou 4 étudiants, était excellent à tous points de vue. Peut-être fut-il un peu trop resplendissant : les cireurs du parquet venaient deux fois par semaine. Ce qui me causait assez de difficultés au commencement, c'était de me procurer le matériel et les produits nécessaires. Habitué à la nappe mise au laboratoire de Leipzig, j'avais beaucoup d'ennuis d'être obligé de courir chez les marchands du voisinage chercher ce qu'il me fallait, et combien souvent en vain. Seulement, c'est grâce à ces inconvénients que je suis devenu débrouillard à l'exemple de mes camarades français, ce qui n'est pas à dédaigner.

Le maître de Conférences était Alphonse Combes, chimiste éminent et excellent professeur, mort déjà en 1896. Le chef de travaux était Griner, connu surtout à cause de sa synthèse complète de l'érythrite. Parmi mes camarades de laboratoire étaient Freundler, Etaix, Charon, Tissier, Charabot, Lavaux, Mouneyrat, Fosse, l'Américain Whitney et le Serbe Jovicic. Notre doyen, A. Bechamp, avait 80 ans, connaissance très intéressante, à qui Friedel avait offert asile après une vie bien tourmentée. Les préparateurs personnels du patron étaient Justin Dupont et Georges Urbain.

Vous comprenez que dans un milieu pareil un jeune chimiste devait se bien trouver, d'autant plus que tout le monde fut pour lui on ne peut plus aimable.

Le patron faisait sa visite tous les matins de bonne heure. Il se trouvait que je n'étais pas encore là. Alors il descendait exprès plus tard dans la matinée pour me voir sans même me plaisanter sur ma paresse.

Je me rappelle particulièrement le premier cours de Friedel en mars 1896. Comme introduction, il prenait la défense des atomes, qu'Ostwald voulait supprimer. Telle était l'autorité d'Ostwald à cette époque, que jusque-là on n'avait guère osé protester contre sa nouvelle conception sur la structure continue de la matière, conception fausse dont la faillite retentissante a peut-être contribué à le faire abandonner sa chaire à l'Université de Leipzig. Ce cours de Friedel forme la préface du *Traité de Chimie Organique* de Béhal.

Tous les quinze jours, il y avait une Conférence sur un sujet actuel quelconque. Là venaient les anciens, Moureu, Béhal et l'abbé Hamonet en tête. Le Bel y assistait aussi souvent, surtout lorsque la stéréochimie de l'azote, sujet passionnant à cette époque, était sur le tapis.

Friedel recevait souvent la visite de savants étrangers, dont il me faisait faire la connaissance. C'est ainsi que j'ai connu l'illustre Cannizzaro, ami personnel de Friedel.

On comprend que « l'esprit du laboratoire » était le meilleur. Pouvait-il en être autrement sous la direction d'un patron tel que Friedel, dont les qualités de savant allaient de pair avec les qualités de cœur?

Il va de soi qu'au laboratoire on causait surtout chimie. Heureusement que l'on pouvait approcher le patron aussi au sein de sa famille, 9, rue Michelet. Il me disait un jour : « Nous recevons sans cérémonie les lundis à partir de 9 heures du soir. Nos amis y viennent nous voir de temps en temps. Mais vous, étranger, vous devez vous trouver bien seul quelquefois à Paris. Venez donc tous les lundis si vous voulez. Vous serez toujours le bienvenu. »

J'ai bien abusé de cette aimable invitation.

L'aimable M^me^ Friedel qui servait le thé était le plus souvent la seule dame présente. Le monde se composait surtout d'anciens élèves du patron. Comme nous n'étions jamais bien nombreux, on se groupait autour de lui, et la conversation allait son train en toute liberté sans la moindre gêne. Le patron racontait volontiers des anecdotes de grands chimistes du siècle passé, qu'il avait

connus personnellement. C'est comme cela que j'ai appris que Balard était débrouillard à ce point que, pour avoir un bureau, il achetait un vieux clavecin qui, débarrassé de son contenu, formait parfaitement le meuble en question.

Mais c'était surtout la haute culture générale de Friedel que l'on goûtait pendant ces soirées du lundi. J'étais arrivé à Paris après quatre ans d'études en Allemagne, imbibé de cette idée que ce pays était la patrie de toutes les sciences. Friedel s'en était vite aperçu. C'est peut-être pour cela qu'il se prêtait volontiers à répondre à toutes mes questions, à les discuter avec indulgence, à exposer les faits sous leur vrai jour. Du reste, ces causeries ne se bornaient pas toujours à la science proprement dite. On causait aussi littérature, théâtre, histoire de France, notamment de l'époque révolutionnaire.

Maintenant, en regardant en arrière, je puis dire : ce qui a donné du contenu à ma vie, je l'ai reçu de la France. Et si cela est, c'est en première ligne grâce à Friedel qui a ouvert mes yeux sur les immenses richesses de la France, où j'ai puisé pendant près de quarante ans.

Veuillez présenter, mon cher collègue, mes hommages à la Société Chimique et agréer l'expression de mes sentiments bien dévoués.

NOTICE

SUR LA VIE DE CHARLES FRIEDEL

ET SUR

UNE PARTIE DE SON ŒUVRE EN CHIMIE ORGANIQUE

Par A. BÉHAL (*)

Le Conseil de la Société Chimique de France a décidé de célébrer le Centenaire de la naissance de Charles Friedel, en témoignage de reconnaissance pour celui qui, pendant de longues années, fut l'animateur et le plus assidu de ses membres aux réunions de la Société et, qui, par ses efforts, lui assura le capital nécessaire à son existence.

Il a voulu, de plus, rappeler son œuvre scientifique et il m'a fait le très grand honneur de me demander de retracer, dans ses grandes lignes, ce qu'il fût et la tâche qu'il avait accomplie en chimie organique.

Il est des hommes dont le temps efface, peu à peu, la mémoire ; il en est d'autres, au contraire, dont le souvenir ne s'amoindrit pas, mais grandit, parce que leurs idées et leurs travaux ont servi et servent encore pour l'édification de théories nouvelles ou de nouveaux labeurs, et Friedel était de ceux-là.

Pour apprécier sa valeur, il est nécessaire de se reporter à l'époque où il a travaillé, de montrer les difficultés matérielles qu'il a eu à surmonter, les idées qui se faisaient jour et les lumières qu'il a pu recevoir de ceux qui l'entouraient.

Lorsque Friedel commença ses études chimiques, vers 1854, Laurent (1) était mort et Gerhardt (2) n'allait pas tarder à le suivre (1856).

Dans la magnifique préface, datée de 1874, du Dictionnaire de Chimie pure et appliquée qui porte son nom, Wurtz a retracé, de main de maître, l'histoire des doctrines chimiques depuis Lavoisier

(*) Conférence faite devant la Société Chimique de France, le 9 juin 1932.

(1) Auguste LAURENT né le 14 novembre 1807, à La Folie, près de Langres, est mort le 15 avril 1853.

(2) Charles GERHARDT né à Strasbourg le 21 août 1816 est décéde le 19 août 1856.

et on peut y voir que la théorie des types de Gerhardt, qui découlait de ses travaux et de ceux de Laurent, qui avait été son maître et son ami, commençait au début du travail de Friedel à être prise en considération, surtout par les jeunes.

La théorie des substitutions de Dumas avait vu le jour ; l'isomérie était plutôt entrevue qu'énoncée.

La quadrivalence du carbone et les lois de son enchaînement de Kékulé et Couper ne devaient venir que plus tard, entraînant à leur suite la stéréochimie de Le Bel et Van't Hoff.

La notion du groupement fonctionnel n'était pas dégagée, les alcools polyatomiques commençaient à se faire jour. Berthelot avait déjà fait ses travaux sur les éthers de la glycérine, et Wurtz allait trouver le premier alcool diatomique, le glycol (1856).

Au laboratoire, la trompe à eau n'était pas connue ; les appareils de rectification étaient ignorés ; le tube de Wurtz et la colonne de Lebel et Henninger ne devaient venir que plus tard ; le chauffage se faisait, le plus généralement, au charbon de bois, parfois à la lampe à alcool, et par exception, au gaz d'éclairage. Les corps que l'on mettait en œuvre avaient besoin d'être purifiés ou préparés au Laboratoire.

La plupart des travaux de minéralogie de Friedel et ceux, en collaboration avec Crafts, sur les dérivés du silicium et sur le chlorure d'aluminium ont été faits dans le petit local qui lui servait de laboratoire à l'école des Mines où il y avait bien une arrivée d'eau, mais où il n'y avait pas d'évacuation (1866).

Voilà, les conditions matérielles du travail, au début de la carrière scientifique de Charles Friedel. Quelle fut sur lui l'influence de ses maîtres ?

Wurtz et Friedel.

Dans la notice sur la vie et les travaux de Charles Adolphe Wurtz, parue dans le *Bulletin de la Société Chimique de Paris*, en 1885, Friedel, après avoir rappelé l'ardeur au travail de son maître, parle de sa clarté et de son éloquence dans ses cours, exposant les vérités les plus élevées de la science, sachant les rendre accessibles à tous et attrayantes, même, pour ceux qui avaient hâte d'abandonner la théorie pour la pratique : « C'est là qu'il fallait le voir, maître de son sujet, sûr de son auditoire, marchant à grands pas de la table, où se trouvaient préparées les expériences, au tableau noir ; trouvant, chemin faisant, des mots d'une éloquence familière et vivante, parlant avec enthousiasme des combinaisons chimiques comme s'il s'était agi du salut des Etats, étonnant parfois ceux qui ne le connaissaient pas et que cette exubérance, dans un cours de sciences, troublait, mais qui revenaient aux leçons suivantes, captivés et charmés.

« Ce n'était pas un érudit venant exposer paisiblement le résultat de ses veilles. C'était un savant communiquant à ses élèves la science qu'il avait vécue, pour ainsi dire, dont il avait fait lui-même une partie et qui s'était tranformée, sous ses yeux et par son travail. On sentait la chaleur de la lutte, non pas contre ses adver-

saires, jamais on n'en a vu traces dans son enseignement, mais contre l'ignorance et l'obscurité. Et la lumière, qui s'était faite pour cet esprit supérieur, se communiquait limpide et chaude à ses auditeurs. »

C'était un entraîneur d'hommes, un créateur de vocations.

Parlant ensuite du laboratoire, Friedel après l'avoir décrit et montré ses défectuosités, s'exprime ainsi : « Il est vrai que c'était un charme de travailler dans de pareilles conditions, en contact journalier avec le maître le plus accessible, le plus gai, le plus actif. Dès qu'il arrivait au laboratoire, c'était à qui lui parlerait de ses recherches, le consulterait sur tel point embarrassant de pratique ou de théorie. Les réponses ne se faisaient pas attendre et tout en poursuivant ses propres expériences, le maître donnait son avis à chacun. Souvent, quand le cas était difficile, on passait au tableau noir et alors il écoutait les questions, les objections du plus humble de ses élèves, puis prenant la parole à son tour levait les difficultés et jetait la lumière à pleines mains ».

Friedel n'avait pas l'éloquence de Wurtz, sa voix ne portait pas, il n'était point comme lui débordant de vie et de gaité, mais il était toujours d'humeur égale. Son visage était sympathique, son sourire bienveillant, plein de douceur et d'attirance.

Ladenburg, dans la notice qu'il lui a consacrée, retrace ainsi le rôle de Friedel au laboratoire de Wurtz : « Wurtz qui n'arrivait qu'à dix heures était habitué à nous trouver tous rassemblés. Sa première question était toujours adressée à Friedel et il ne faisait jamais une remarque de quelque importance sans que retentit aussitôt cet appel à travers le laboratoire : Où est ce bon Friedel? Non seulement parce que Wurtz éprouvait le besoin de faire part à Friedel de toute chose importante, mais aussi bien souvent parce que c'était l'aide de Friedel qu'il désirait. Wurtz, en raison de sa grande vivacité, avait fréquemment de petits accidents et c'était alors toujours Friedel qui, avec son calme et son habileté, devait réparer le dommage. Mais ce n'est pas seulement à Wurtz qu'il était attaché. Il était une aide pour tous au laboratoire et un conseiller fidèle, et aucun ne pouvait se vanter d'être aussi aimé que lui. Tous s'adressaient à lui dans les questions difficiles quand le patron n'était pas là, car tous, nous connaissions sa bonté inlassable, sa loyauté et son habileté extraordinaire ».

Cette mansuétude, cette bonté inlassable que Friedel avait avec ses collègues du Laboratoire et qui faisaient partie de lui-même, il les possédaient encore lorsqu'il fut, à son tour, directeur de son propre laboratoire et qu'il eut des élèves. On le voyait circuler entre les tables du laboratoire, vêtu d'une longue lévite blanche, coiffé d'un calot noir, suivant, avec le plus grand intérêt, les explications qu'on formulait, examinant la marche des opérations, les produits, donnant un encouragement et les explications nécessaires pour la suite du travail. Souvent on le voyait, à la table d'émailleur, soufflant un ballon avec sa soudure latérale pour faciliter une distillation, l'élève ayant pris un ballon trop grand et n'ayant pas assez de hauteur de col, ou bien encore, si le produit était cristallisé on passait dans son laboratoire pour l'examiner au micros-

cope, et Friedel vous faisait voir l'homogénéité des cristaux ou leur dissemblance et complétait l'examen en lumière polarisée.

Dans sa modestie Friedel n'a jamais rappelé l'aide qu'il avait apportée aux travaux de son maître et ami Wurtz. Mais ses élèves savaient ce qu'ils lui devaient pour l'abandon, sans mesure, de ses idées et pour l'aide matérielle qu'il apportait à leurs travaux.

L'Homme.

Charles Friedel est né le 12 mars 1832, à Strasbourg. Son père, banquier dans cette ville, rue de l'Epine, était vivement intéressé par le mouvement scientifique ; c'est ainsi qu'il suivait les cours populaires de chimie théorique et pratique que la ville de Strasbourg avait organisés à cette époque et qu'il y remporta un prix en 1826.

La mère de Charles Friedel, Virginie Duvernoy, était la fille de Georges Duvernoy, célèbre zoologiste qui fut professeur au Collège de France où il remplaça Cuvier et au Muséum d'Histoire Naturelle. Il a donc pu recevoir de son ascendance les germes de la recherche scientifique et l'amour de la Science.

Charles Friedel fit ses premières études au gymnase protestant de Strasbourg ; c'était un élève studieux ayant des aptitudes égales dans toutes les matières. A la sortie du gymnase, il suivit les cours de la Faculté des Sciences, où Pasteur, tout jeune alors, enseignait la chimie et poursuivait ses recherches de cristallographie ; peut-être est-ce dans les leçons de cet homme illustre que Friedel a puisé cet amour pour la minéralogie et la chimie organique, qui devaient remplir sa vie scientifique. Il fit un court stage dans la banque de son père, qui vit bientôt que les occupations auxquelles il était astreint, ne suffisaient pas à satisfaire l'intelligence de son fils.

En 1851 il vint à Paris, vivre chez son grand-père maternel G. L. Duvernoy, professeur au Muséum d'Histoire Naturelle et il obtint sa licence de mathématique en 1854 et celle de sciences physiques en 1855. Tout en poursuivant ses études, il commença ses travaux de recherches au Muséum d'Histoire Naturelle en 1854 et déjà il est mordu par le démon de la Science. Il refuse la place d'assistant de minéralogie pour ne pas perdre de temps et en même temps qu'il suit les leçons de Sénarmont à l'Ecole des Mines, il entre le 10 novembre 1854, au laboratoire de Wurtz. Déjà la double voie qui va remplir sa vie scientifique est ouverte; la minéralogie et la chimie organique. Ne doit-on pas être frappé de cette activité débordante chez ce jeune homme, qui paraît si calme, faisant à la fois ses licences et travaillant aux laboratoires de Wurtz et de Dufrénoy.

Ses deux premières notes se rapportent à la minéralogie; elles datent de 1856, portant sur un cristal de diamant hémitrope et sur deux cristaux de zircon basés. Sa première note sur la constitution des acétones est de 1857.

Le Caractère.

C. Friedel était de haute taille, les épaules larges, d'allure souple, et il donnait l'impression d'un homme plein de force. Je ne l'ai

connu que vers 1885 et déjà ses cheveux et sa barbe étaient argentés. Son sourire était d'une douceur prenante et son humeur toujours égale. Hanriot, dans la notice qu'il lui a consacrée dans le *Bulletin de la Société Chimique*, nous retrace, en termes touchants, son affection pour sa famille, sa piété; il rappelle qu'appartenant depuis 1848 à l'Eglise réformée, il faisait partie de la Société des amis des pauvres, de l'Union chrétienne des jeunes gens dont il fut longtemps le président et dont il s'occupa jusqu'à la fin de sa vie et qu'il consacrait ses dimanches à visiter les pauvres.

C'était un esprit large et durant les longues années où j'ai vécu à ses côtés je ne l'ai jamais vu faire un acte de prosélytisme auprès de ceux qui n'étaient pas de sa religion, mais il remplissait ses devoirs avec simplicité. Je me souviens que, parfois, quand il conviait à dîner quelques-uns de ses élèves dans sa maison de la rue Michelet, son plus jeune fils, Jean, au moment de se mettre à table, récitait le *benedicite* et à la fin du repas les grâces que tout le monde écoutait debout.

Il était républicain et dans une affaire qui divisa la France il fut l'un des premiers à donner son opinion.

Ses convictions étaient inébranlables, mais il ne les exprimait jamais avec violence. Après la guerre de 1870, Ladenburg nous dit qu'il ne retourna jamais en Allemagne, quoiqu'il y eût des amitiés profondes, mais il ne cessa point ses relations avec les savants de ce pays et, comme Pasteur, il ne confondait pas la Science et la Patrie.

En 1872, il fonda, avec de Clermont, l'Ecole alsacienne destinée à l'éducation, en commun, de leur enfants, mais qui, sous l'impulsion active de Broeunig, son premier directeur, prit un grand essor, eut son heure de célébrité et la gloire de voir adopter, par l'Université, la majeure partie de ses programmes, lors de la réforme de l'enseignement secondaire.

Plus tard, il réussira grâce à ses efforts à obtenir la création d'une école de chimie industrielle ouverte, sans concours, à tous les hommes de bonne volonté, dans les locaux qu'il avait occupés pendant 12 ans dans la rue Michelet.

Il préconise l'alliance de la science et de l'industrie et au banquet annuel de la Société chimique c'est le leitmotiv de tous les discours.

Il organise avec le concours de MM. Scheurer-Kestner, Poirrier, Adrian, Suilliot, Expert-Bezançon et de bien d'autres, une section de Chimie Industrielle à la Société Chimique de Paris et si les communications industrielles, trop peu nombreuses, ne donnèrent qu'une vie éphémère à ladite section, elle n'en eut pas moins des résultats heureux, le rapprochement des scientifiques et des industriels, puis l'accroissement du nombre des membres de la Société Chimique, enfin la sécurité momentanée des finances, car Friedel entreprit, avec l'aide de Scheurer-Kestner, une souscription, auprès des industriels, qui rapporta près de 150.000 francs.

En 1870, il n'hésita pas à se séparer de sa famille qu'il envoya à Vernex (canton de Vaud) tandis qu'il restait à Paris mettant ses

connaissances de chimiste à la disposition du gouvernement de la défense nationale et servant dans la garde nationale.

Friedel était sans orgueil et sans morgue, mais il avait de la dignité et je lui ai entendu dire, alors qu'on le sollicitait de faire quelques démarches pour être nommé Commandeur de la Légion d'Honneur : Commandeur, quand on voudra, quémandeur, jamais.

La vie familiale.

Un an après la mort de son grand-père Duvernoy, Friedel épousa à Mulhouse, le 29 décembre 1856, Emilie Koechlin, fille d'un grand industriel de la région. Il en eut 5 enfants.

Jeanne, veuve de M. Berger-Levrault. Marie, morte en bas âge, Marguerite. veuve de M. Denis, historien, professeur à la Faculté des Lettres de Paris. Georges, inspecteur général des Mines en retraite, professeur à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne de 1893 à 1907, directeur de cette école de 1907 à 1919, puis chargé de cours à l'Institut des Sciences géologiques de l'Université de Strasbourg et directeur de cet Institut depuis 1930; professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Strasbourg. Lucie, veuve de H. Bois, professeur à la Faculté protestante de théologie de Montauban, puis Doyen de la même Faculté, transférée à Montpellier.

La femme de Friedel mourut à Vernex, le 19 janvier 1871, alors qu'il était enfermé à Paris et, il n'en connut la triste nouvelle qu'après la capitulation; ce fut une des douleurs les plus poignantes de sa vie. Deux ans plus tard, le 9 avril 1873, il épousait à Paris M^lle^ Louise Combes, fille du Directeur de l'Ecole des Mines; il en eut un fils, Jean, Maître de conférences de botanique à la Faculté de Nancy.

En 1856, Friedel fut nommé Conservateur de la collection minéralogique de l'Ecole des Mines, alors sous la direction de Dufrénoy, fonction qu'il conserva toute sa vie, s'occupant d'enrichir cette importante collection, satisfaisant ainsi un de ses goûts scientifiques. Il était à même de trouver des espèces nouvelles ayant à sa disposition les envois de matériaux qu'il devait examiner et au besoin classer. En 1866, il lui fut donné un petit laboratoire où il exécutait ses travaux de minéralogie et où il fit la majeure partie de ses importantes recherches sur les composés du silicium et sur le chlorure d'aluminium, comme je l'ai déjà dit.

Il succéda à des Cloizeaux, en 1871, comme Maître de conférences de minéralogie à l'Ecole Normale et en 1876 il devint, lors du décès de Delafosse, titulaire de la chaire de minéralogie à la Sorbonne.

Pasteur eût désiré le faire entrer à l'Institut dans la section de minéralogie, mais Friedel préféra attendre un peu plus longtemps et entrer dans la section de chimie où il pensait qu'il avait un rôle à jouer. Il n'attendit, du reste, que peu de temps car en 1878 il occupa le fauteuil de Regnault qu'il devait conserver pendant 21 ans.

En 1884, à la mort de Wurtz, il était désigné pour succéder à son illustre Maître, et il prit la chaire de chimie organique. Il devint à son tour le chef incontesté de l'Ecole de théorie atomique

et il eut un peu plus tard la joie de la voir enseignée dans tous les établissements d'enseignement supérieur.

Son laboratoire était alors dans les bâtiments provisoires de la rue Michelet, plus tard, quand les locaux de la Sorbonne furent enfin construits, il y entra avec ses élèves et il obtint, après de nombreuses démarches auprès des Pouvoirs Publics, la création de l'Ecole de Chimie qui eut son siège dans les laboratoires de la rue Michelet qu'il venait de quitter.

En 1899, sa santé s'était altérée. La mort de son neveu, Alphonse Combes, qui travaillait à ses côtés, vint aggraver son état, il fut obligé de demander un congé et pendant les vacances de Pâques il alla à Montauban chez sa fille, Mme Bois, pour se reposer, mais son mal s'accentua et il s'éteignit sans souffrance le 20 avril au matin.

L'Œuvre.

Son rôle fut considérable dans l'évolution de la chimie.

Il fut avec Wurtz et Perrot un des premiers membres de la Société Chimique où il apporta son concours à la rédaction des extraits. Ses connaissances des langues anglaise et allemande qu'il parlait couramment facilitaient sa tâche bénévole. Plus tard, quand son Maître et ami Wurtz eut disparu, on le voyait assis toujours à la même place, ne manquant aucune des séances, prenant part aux discussions, soit pour en élucider un point, soit pour en montrer les conséquences, encourageant l'auteur s'il était jeune, et lui indiquant ce qui pouvait compléter son travail. Il a fait partie constamment du Conseil. Durant sa longue carrière, il fut quatre fois son président, et il était désigné pour l'être une cinquième fois en 1900.

Vice-Président de la Société Chimique en 1899, le Conseil, au moment de recevoir les chimistes de toutes les nations, était heureux de l'avoir comme President, car sa renommée était universelle, aussi bien au point de vue scientifique qu'au point de vue industriel Membre du jury des expositions de 1869, 1878 et 1889, il avait accepté la présidence de la classe des produits chimiques à l'exposition de 1900 et avait dirigé, en cette qualité, les travaux du comité d'admission quand la mort vint le surprendre (1).

(1) Notices nécrologiques :

Béhal, *A.*, *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, 1899, T. I, N° 5, p. 194.

Cannizarro, allocution prononcée à l'Académie Royale dei Lincei, *Revue gén. de Chimie pure et appliquée*, 1899. t. 1, N° 6, p. 257.

Alf. Costa, *Accademia Reale delle Scienze di Torino* 1899-1900.

J. M. Crafts, *Trans. of the Chemical Soc.*, 1900, vol. 77, p. 993..

A. J. Ferreira da Silva, *Imprensa da Universidade Coimbro*, 1899.

Paul Freundler, *Revue gén. de Chimie pure et appliquée*, 1899, T. 1, N° 5, p. 209.

Hanriot *Bull. Soc. Chim.*, 1900, t. 23, pagination spéciale.

Louis Henry, *Académie Royale de Belgique* (Sciences), N° 5, 1899.

Jaubert, *Rev. gén. de Chimie pure et appliquée*, 1899, T. I, N° 5, p. 198.

A. Ladenburg, *Ber. dtsch. chem. Ges*, 1900 [32], t. 19, p. 1.

G. Lemoine, *C. R.*, 1900, t. 31, p. 205.

Max Bauer, *Central-Blatt für Mineralogie*, 1900, N° 2, p. 53.

Wurtz avait fondé en 1872 l'Association française pour l'avancement des sciences. Friedel en était au début l'un des membres les plus actifs, il assistait aux congrès avec sa famille et il en fut en 1882 le Président, à Nancy.

Le Congrès International de chimie avait chargé une Commission d'étudier la réforme de Nomenclature; Friedel en fut le président et en 1892, au mois d'avril, un Congrès se réunit à Genève qui le nomma président par acclamation et où furent établies les règles fondamentales applicables à la série acyclique. La série cyclique, restée en suspens, fut étudiée pendant de longues années, sous sa direction, par la Commission française qui en avait accepté la tâche et elle pensait aboutir en 1900; mais la disparition de son président coupa court à tout travail.

Friedel fut un des collaborateurs de Wurtz pour l'édition du Dictionnaire de chimie pure et appliquée et en devint le Directeur en 1884.

Il fit publier, dans les Actualités Chimiques, les conférences qu'il faisait faire par les élèves de son laboratoire sur des sujets importants ou par des chimistes qui l'approchaient.

En 1899, il fonda avec George F. Jaubert la Revue générale de Chimie pure et appliquée, à laquelle il prenait une part active; enfin, il a publié un volume sur la cristallographie et les notions fondamentales en minéralogie.

Son œuvre avait suscité l'admiration parmi les diverses sociétés chimiques du monde. L'Allemagne, la Belgique, la Grande-Bretagne, la Hollande, l'Italie, le Portugal, la Roumanie, la Russie, la Suède et la Suisse se l'attachèrent comme membre d'Honneur, comme correspondant ou associé (*a*).

La Royal Society lui décerna, en 1880, la médaille Davy et il reçut le diplôme D. C. L. de l'Université d'Oxford en 1894.

Il était officier de la Légion d'honneur depuis 1885 et fut Commandeur des Ordres de Saint-James du Portugal et de la couronne de Roumanie.

L'œuvre scientifique de Friedel est double, elle se rattache d'une part à la Chimie organique et, d'autre part, à la Minéralogie avec ses annexes, cristallographie et cristallophysique et il fut un Maître dans ces deux sciences; mais ses travaux de Chimie organique ont une portée plus considérable parce que certains d'entre eux ont été utilisés par les chimistes du monde entier et que les autres ont contribué à l'établissement de la théorie atomique.

(*a*) En 1876, la Chemical Society; en 1879, la Société Industrielle de Mulhouse; en 1880, la Société de physique de Genève; en 1882, la Société Royale de Turin; en 1883, l'Académie dei Lincei et aussi l'Académie de Munich; en 1890, l'Académie Royale de Lisbonne et la Société historique et naturelle de Maxon et la Société Antonio Alzato; en 1892, la Société Royale de Bruxelles, la Société de Chimie et de Physique de Bucarest, la Literary and philosophical Society de Manchester; en 1894, la Société allemande de Chimie, la Société Royale de Suède; en 1895, Membre correspondant de la British Association for the advancement of science, de la Société Royale de Saint-Pétersbourg, et en 1898, de la Société de Physique de Francfort.

Je ne puis dans le temps qui m'est dévolu que signaler dans ses travaux quelques-uns des points qui me paraissent les plus importants.

Il lui appartient, en collaboration avec Crafts, d'avoir abaissé, sinon rompu, la barrière qui existait entre les composés organiques et les composés minéraux, entre le Monde organique et le Monde minéral, en faisant rentrer le silicium, qui fait partie de tant de produits minéraux, dans des composés organiques où il tient la place du carbone, donnant naissance à des carbures, à des alcools, à des acides, comme si la molécule était purement carbonée.

Œuvre d'une haute portée philosophique puisqu'elle rapproche l'élément considéré comme indispensable à la vie, le carbone, de l'élément le plus répandu en minéralogie et qui semble avoir été dans beaucoup de cas le créateur d'un grand nombre de minéraux, le silicium. D'autre part, le carbone, à son tour, sous sa forme oxygénée prenant part, plus tard, à la genèse du Monde minéral.

L'œuvre de Chimie Organique de Friedel, qui a joué un rôle important dans la création de la chimie moderne, débute par un travail sur les acétones où il démontre la constitution de ces corps.

L'idée de Chancel qui considérait ces composés comme des aldéhydes combinés avec un radical alcoolique ne s'appuyait que sur des analogies plutôt pressenties que démontrées.

La combinaison des aldéhydes avec les bisulfites alcalins, trouvée par Bertagnini, et étendue par Limpricht aux acétones, la production des acétones mixtes que Williamson avait obtenues par la distillation des sels d'un mélange de deux acides gras, alors que ces mêmes sels distillés avec un formiate fournissaient les aldéhydes, étaient les preuves qui militaient en faveur de cette manière de voir, mais la question était loin d'être résolue et Kékulé dans son premier volume, emploie 5 formules différentes pour représenter l'acétone.

Friedel étudie l'action du perchlorure de phosphore sur l'acétone où l'analogie entre les aldéhydes et les acétones avait été méconnue ; on connaissait bien le chlorure de benzylidène obtenu par Cahours en partant de l'aldéhyde benzoïque, mais cette réaction appliquée aux acétones n'avait fourni que des dérivés monochlorés. Il obtient avec l'acétone ordinaire un chlorure $C^3H^6Cl^2$ qu'il désigne sous le nom de méthylchloracétol, isomérique avec le chlorure de propylène et comparable au chlorobenzol (*) ($C^6H^5CHCl^2$), et en même temps le propylène chloré C^3H^5Cl, produit de dédoublement du précédent, car, on peut l'obtenir, en partant du premier, par l'action de la potasse alcoolique et il en confirme la constitution en montrant qu'il fournit avec le brome les mêmes produits de réaction $C^3H^5ClBr^2$ et C^3H^4ClBr que le propylène chloré, préparé par l'action de la potasse alcoolique sur le chlorure de propylène.

La conclusion de son travail — la production, par l'action du perchlorure de phosphore sur les acétones, de deux corps chlorés renfermant le même nombre d'atomes de carbone que le corps générateur et point d'oxygène — démontre que les acétones ne

(*) Chlorobenzol était le nom attribué au chlorure de benzylidène.

sont pas pour les aldéhydes ce que les éthers proprement dits sont pour les alcools, mais que l'acétone ordinaire appartient à la série propylique et que dans sa formation à l'aide de l'acide acétique on a le droit de voir une véritable synthèse en entendant, par ce mot, une complication du noyau de carbone qui constitue la partie essentielle des composés organiques.

Il montre que la formation synthétique des acétones mixtes découvertes par Williamson est générale et qu'elle s'applique aussi bien aux acides de la série aromatique qu'à ceux de la série grasse et il découvre le méthylbenzoyle, l'acétophénone, qui entre les mains de Graebe, d'Emmerling et d'Engler, leur donnera plus tard l'indigo.

Il électrolyse un mélange d'acétone et d'eau, rendu conducteur par l'acide sulfurique, et il caractérise la production d'acides acétique et formique.

Vient ensuite une œuvre d'une importance considérable qui le conduit à la découverte des alcools secondaires et qui, un peu plus tard, par la découverte des alcools tertiaires faite par Wurtz et désignés, par lui, sous le nom de pseudo-alcools formera la classe complète des alcools primaires, secondaires et tertiaires.

Wurtz avait hydrogéné, par l action de l'amalgame de sodium, l'oxyde d'éthylène et avait obtenu l'alcool éthylique et il n'avait point étendu cette réaction aux aldéhydes, pensant que la soude, produite dans la réaction, les résinifierait.

Friedel tente cette réaction avec l'aldéhyde benzoïque et le transforme en alcool correspondant, l'alcool benzylique, ce qui, au moment considéré, était un procédé commode et avantageux de le préparer. C'était la première fois que l'obtention d'un alcool à partir d'un aldéhyde était réalisé; il obtient cette même réaction avec le valéral. On sait que cette découverte est devenue d'un emploi courant dans les laboratoires.

Il étend cette réaction à l'acétone, et comme il a établi la constitution de cette dernière, celle de l'alcool isopropylique s'en déduit sans hésitation, l'une étant CH^3-CO-CH^3, l'autre sera nécessairement CH^3-CHOH-CH^3 et il en conclut que cet alcool n'est pas l'homologue véritable de l'alcool propylique, qu'il ne peut pas donner, comme les alcools de la série normale, un acide de même teneur en carbone et que par oxydation il régénérera l'acétone, cette dernière étant en réalité son aldéhyde. Toutes ces conclusions sont vérifiées par les faits et les prévisions théoriques de Kolbe relatives aux alcools secondaires réalisées.

La comparaison de l'alcool isopropylique avec l'alcool propylique de Berthelot, obtenu par hydratation du propylène au moyen de l'acide sulfurique, tendait à les faire considérer comme identiques et ce dernier annonça, peu après, qu'il avait obtenu de l'acétone par l'oxydation de son alcool.

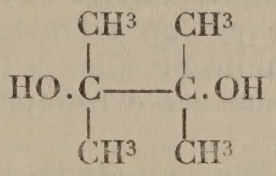
Friedel montre, que de ses travaux, il résulte que très probablement le propylène répond à la formule CH^3-CH=CH^2, que le chlorure de propylène doit avoir pour formule de constitution :

CH^3-CHCl-CH^2Cl, le glycol propylique : CH^3-CHOH-CH^2OH, que l'acide lactique devient CH^3-CHOH-CO^2H ce qui est vérifié d'ail-

leurs par la synthèse de Wislicenus et il termine en disant : « Nous ne poursuivrons pas plus loin ces conséquences qui sont d'une grande importance pour le contrôle des théories de constitution déduites de l'atomicité. »

En même temps que l'alcool isopropylique, l'hydrogénation de l'acétone fournit la pinacone par la fixation de 1 atome seulement d'hydrogène sur une molécule d'acétone et par doublement du groupe monatomique ainsi formé. La pinacone avait été découverte par Fittig dans la réaction du sodium sur l'acétone et étudiée par Stædeler, mais ces deux chimistes avaient méconnu sa nature et son mode de formation.

Friedel en fait un glycol et lui donne la formule qu'on lui attribue aujourd'hui :



Il trouve que la déshydratation fournit la pinacoline qui lui donne par l'action du perchlorure de phosphore un chlorure isomérique avec le chlorure d'hexylène; plus tard, en collaboration avec Silva, il hydrogène la pinacoline et la transforme en alcool pinacolique fondant à 4° qui régénère par oxydation la pinacoline et leur donne en même temps un acide isomérique de l'acide valérianique qu'ils considèrent comme identique à l'acide triméthylacétique de Boutlerow. Ce savant suppose que la pinacoline est une acétone $(CH^3)^3{\equiv}C\text{-}CO\text{-}CH^3$ et il appuie son opinion par la synthèse de ce corps par l'action du chlorure de triméthylacétyle sur le zinc-méthyle.

Mais Friedel n'est pas convaincu et c'est surtout l'obtention d'un chlorure identique, obtenu, d'une part, par l'action de l'oxychlorure de phosphore sur la picanone et, d'autre part, par l'action du perchlorure de phosphore sur la pinacoline qui l'empêche de se rendre à l'évidence des faits.

Et nous concevons facilement son hésitation : il s'était produit, dans la déshydratation de la pinacone en pinacoline, l'arrachement d'un groupement méthyle qui s'était fixé sur un atome de carbone contigu et il y avait eu, en un mot, ce que nous appelons aujourd'hui : transposition moléculaire.

C'était le premier phénomène de cet ordre qui se présentait et il était pour ainsi dire impossible de concevoir, à ce moment, qu'une réaction pareille put se produire à aussi basse température. Et, nous pensons aujourd'hui que si des faits de cet ordre s'étaient produits en grand nombre à cette époque, ils auraient enlevé toute espèce de confiance pour l'établissement de la constitution des corps, qui commençait seulement à prendre naissance, et aurait probablement retardé l'évolution de la chimie, quoique la première synthèse organique, celle de l'urée faite par Woehler, soit due, précisément, à une transposition moléculaire mais qui n'était pas du fait du carbone.

C'est la constitution de la pinacone établie par Friedel et l'obten-

tion de la pinacoline qui ont permis de conclure à la transposition moléculaire dans cette dernière et le nom de Boutlerow doit y être associé.

On sait combien, dans ces derniers temps, cette notion s'est étendue ; comment elle a permis d'obtenir des corps nouveaux et parfois de les préparer. Il convient d'y rattacher, entre autres, les noms de Blaise et Tiffeneau.

Ses travaux sur l'acide lactique faits en commun, d'une part avec Machuca et d'autre part avec Wurtz, sont d'un grand intérêt.

Etudiant les dérivés bromés de l'acide propionique et des acides bromo- et di-bromobutyriques, il prépare avec le premier l'acide lactique, identique à celui des fermentations, par l'action de l'oxyde d'argent sur l'acide bromopropionique et le même réactif lui donne avec l'acide bromobutyrique un acide butyllactique différent de celui de Wurtz et de celui de Staedler et il obtient, par l'action de l'ammoniaque sur le même acide bromobutyrique, un homologue de l'alanine.

En collaboration avec Wurtz il étudie les anhydrides de l'acide lactique et montre le mécanisme de leur formation, les obtenant soit par l'action de l'éther chloropropionique sur les lactates alcalins, soit par l'action de la lactide sur les éthers lactiques ; il put, même, préparer par un procédé analogue, des anhydrides mixtes de l'acide succinique et de l'acide lactique.

Parmi ses travaux il en est un qui est remarquable à plus d'un titre. Il est un peu l'effet du hasard mais ce hasard ne peut être recueilli que par un homme assez attentif pour l'observer et pour en comprendre tout l'intérêt.

Friedel se proposait de préparer un groupement fonctionnel nouveau $\left(CH^2<\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right)$ qui pouvait se comparer en quelque sorte au groupement caractéristique des chlorures d'acide $(COCl)'$, et d'autre part au groupe $(CH^2Cl)'$; comme il ne pouvait opérer avec l'alcool méthylique qui par l'action du chlore donne une réaction explosive, il choisit l'oxyde de méthyle et il condense, dans un mélange réfrigérant, les gaz qui proviennent de la réaction.

La partie qui ne s'est point volatilisée lui fournit le corps qu'il cherchait, l'oxyde de méthyle monochloré, qui est le type d'un acétal mixte et il observe qu'au contact de l'eau il se dissout et qu'au bout d'un certain temps on peut retirer de la dissolution du chlorure non altéré, pendant qu'une partie s'est transformée en aldéhyde formique, alcool méthylique et en acide chlorhydrique.

Le chlorure traité par l'acétate de potassium fournit le dérivé acétique correspondant et ce nouveau corps, sous l'influence de l'ammoniaque comme, au reste, le dérivé chloré primitif, fournit l'hexaméthylénamine ; ce sont là les résultats brillants de l'œuvre entreprise, mais maintenant voici le hasard qui a demandé une perspicacité hors ligne pour être recueilli et une hauteur de vue admirable pour être formulé.

Il examine les gaz condensés et il rencontre, dit-il, une combinaison intéressante d'oxyde de méthyle et d'acide chlorhydrique et, plus loin, il ajoute « il est naturel d'admettre que l'oxygène, outre

ses deux atomicités principales, possède deux atomicités supplémentaires, qui servent à fixer l'acide chlorhydrique » et il termine en disant : « Nous pensons aussi que ces vues ont jeté un jour nouveau sur la manière dont on peut comprendre l'existence de ces nombreuses combinaisons qui ne rentrent pas dans les lois de l'atomicité ordinaire : les combinaisons de sels, l'eau de cristallisation, certains périodures et bien d'autres ».

Cette idée était un peu révolutionnaire au moment considéré, non pas le fait que l'oxygène peut devenir, comme il le dit, tétratomique mais parce qu'il était dans cette combinaison, lui l'élément électropositif, par excellence, devenu électronégatif c'est-à-dire basique puisqu'il se combine avec un hydracide. Et cette théorie, reprise plus tard par Baeyer sous le nom d'oxonium, va se faire jour dans un grand nombre de composés.

On doit encore mentionner ses travaux sur l'éthérification faite en collaboration avec Crafts. Il montre que les alcools, à chaud, déplacent celui qui est combiné sous forme d'éther et les auteurs y font intervenir la notion de masse; les éthers des acides polybasiques se comportent de même. Ce procédé est encore, à l'heure actuelle, utilisé industriellement pour la préparation de certains éthers.

Il montre enfin que les éthers réagissent les uns sur les autres. Dans un autre mémoire Friedel voulant se rendre compte de l'action, dite de présence, des hydracides, en particulier de l'acide chlorhydrique, dans l'éthérification, suppose qu'il se forme transitoirement un chlorure d'acide qu'on ne peut isoler, parce que l'eau ou l'alcool en présence, le décomposent, au fur et à mesure de sa formation, et il imagine pour démontrer sa façon de voir, de faire réagir le gaz chlorhydrique sur l'acide benzoïque en présence d'anhydride phosphorique et il obtient ainsi le chlorure de benzoyle en forte quantité.

Ses travaux sur les combinaisons du silicium, faits pour une part avec Crafts, et pour une autre avec Ladenburg sont dans son œuvre d'une haute portée philosophique et Friedel écrit que : « Nous avons rencontré des analogies remarquables avec le silicium et le carbone, analogies plus étroites que ne pouvait le faire prévoir le simple fait que ces éléments sont tétratomiques. Nous avons réussi à obtenir des corps dans lesquels un atome de silicium joue le même rôle que ferait un atome de carbone et que l'on peut appeler composés organiques du silicium à un autre titre que les éthers siliciques » ; plus loin il dit encore « que la découverte de l'hexaiodure de silicium et de ses dérivés a montré que le silicium jouit encore, comme le carbone, de la propriété de se saturer partiellement lui-même et qu'il peut servir à construire des édifices moléculaires compliqués, comme l'élément organique lui-même ».

L'origine des travaux de Friedel et de ses collaborateurs sur ce sujet était la détermination du poids atomique du silicium. Berzélius admettait le chiffre 21 malgré l'opinion de Dumas. La considération des volumes de vapeur à la suite des théories de Gerhardt, avait conduit les chimistes qui ont suivi ses traces à adopter le chiffre 28.

Mais les travaux de Wöhler et Buff et d'Isidore Pierre ne pou-

vaient s'exprimer d'une façon correcte avec le poids atomique Si = 28,

Le point de départ des travaux de Friedel fut l'action du chlorure de silicium sur l'éther silicique découvert par Ebelmen qui le formulait $SiOC^4H^5O$ (Si = 7, O = 8, C = 6, H = 1) et que Gerhardt écrivait encore $Si^4(C^2H^5O)^4$.

Il trouve que le remplacement successif et par quarts des groupements éthoxylés par le chlore prouve la quadrivalence du silicium et l'obtention de dérivés mixtes méthyl-éthylique et méthyl-amylique suffisaient à démontrer que le poids atomique du silicium était 28.

Puis c'est l'analogie du silicium avec le carbone qu'il va démontrer en collaboration avec Crafts et Ladenburg.

Il prépare des corps analogues aux carbures saturés en faisant réagir le zinc-méthyle et le zinc-éthyle sur le chlorure de silicium et il les désigne sous les noms de silicopentane et de silicononane. Il travaille surtout avec ce dernier, le premier étant peu maniable à cause de sa très grande volatilité.

Ce sont des corps dont la stabilité est comparable à celle des carbures saturés pouvant être impunément chauffés avec la potasse ou traités par l'acide sulfurique.

Le chlore les attaque en donnant des produits de substitution dans les chaînes carbonées et il en obtient avec le dérivé monochloré l'alcool silicononylique en passant par l'éther acétique et en le saponifiant.

Il obtient un éther oxyde correspondant, l'oxyde de silicium triéthyle.

Il prépare le silicichloroforme, le siliciiodoforme et il le transforme en dérivé triéthoxylé analogue à l'éther de Kay, il établit la formule du mercaptan trichloré correspondant et enfin obtient l'anhydride siliciformique.

A la même série se rattache l'éther de Kay $C^2H^5.Si{\equiv}(OC^2H^5)^3$ très stable, qu'il faut chauffer au-dessus de 200° avec l'acide azotique pour l'attaquer, et qui saponifié par la potasse concentrée et chaude, fournit un acide faible : l'acide silicopropionique $C^2H^5.Si{\leqslant}^{O}_{OH}$.

Il développe ensuite ce qu'il désigne sous le nom de série éthylique du silicium, c'est-à-dire celle où deux atomes de silicium sont unis entre eux comme les deux atomes de carbone dans la série de l'éthane ; là, encore, il obtient par l'action du zinc éthyle sur l'hexaiodure de silicium qu'il a découvert, l'hexaméthyl-disilicium, analogue aux carbures saturés, le dérivé hexa-éthoxylé, correspondant, et enfin par hydrolyse l'hydrate de l'acide silico-oxalique.

On voit quelle triple maîtrise il fallait avoir en chimie théorique, en chimie minérale et en chimie organique pour résoudre de tels problèmes ; peut-être de ces travaux en sortira-t-il un jour quelque application médicale, au moment où le rôle de la silice colloïdale semble devoir prendre place dans la thérapeutique ?.

Méthode de Friedel et Crafts au chlorure d'aluminium.

De tous les travaux de C. Friedel, celui fait en commun avec Crafts sur l'emploi du chlorure d'aluminium a été le plus fructueux, car il a permis d'obtenir un très grand nombre de corps dans la série cyclique dont beaucoup étaient inconnus; il a été utilisé par les chimistes du monde entier et l'est encore.

Devant la fécondité de la méthode, Baeyer la comparait à une baguette de fée donnant à chaque chimiste ce qu'il désire.

Il faudrait une série de conférences pour retracer même dans ses grandes lignes cette œuvre, je ne pourrai qu'en faire une esquisse qui sera très incomplète, laissera de côté des points importants et qui ne me permettra pas de rendre à ceux qui ont utilisé cette méthode la part qu'ils y ont prise.

Friedel a divisé ce travail en trois parties : la première contient l'action des divers chlorures, bromures et iodures alcooliques sur les carbures aromatiques en présence du chlorure, du bromure ou de l'iodure d'aluminium.

La seconde envisage l'étude des divers composés obtenus par simple addition en présence du même réactif : oxygène, soufre, acide sulfureux, composés organiques etc...

La troisième renferme les études sur l'action décomposante qu'exerce le chlorure d'aluminium sur les hydrocarbures simples ou complexes.

Le premier mémoire date de 1874 (1) et Friedel en collaboration avec Crafts voulait transformer le chlorure d'amyle en iodure correspondant, suivant la méthode de Gustavson, qui consiste à faire réagir le chlorure organique avec l'iodure d'aluminium ; mais au lieu d'employer ce dernier tout préparé, ils ajoutèrent au chlorure les quantités nécessaires d'iode et d'aluminium pour faire l'iodure d'aluminium. Il se produisit une action très vive qui ne donna pas l'iodure cherché. Ils trouvèrent que l'iode pouvait être supprimé et observèrent un dégagement d'acide chlorhydrique de l'ordre de grandeur de l'élimination totale du chlore du produit organique et l'idée leur vint qu'en opérant en présence d'un hydrocarbure cyclique, avec le chlorure d'aluminium, le dérivé halogéné gras pourrait fournir l'halogène et le carbure cyclique l'hydrogène avec formation d'un carbure mixte dont Zincke avait donné des exemples de cet ordre en employant la poudre de zinc et dont le mécanisme n'était pas expliqué, mais fécond (2). En opérant avec le benzène, ils obtinrent l'amylbenzène. Ils étudièrent méthodiquement la réaction avec le chlorure de méthyle et le benzène et ils obtinrent ainsi les dérivés mono-, di-, tri-, tétra-, penta- et hexa-substitués. Ces di-, tri- et tétra-dérivés peuvent exister sous des formes isomériques et MM. Ador et Rillet puis Jacobsen les isolèrent.

Les chlorures homologues réagissent de même et si l'on opère avec un dérivé déjà substitué du benzène, ils fournissent de nouveaux produits renfermant, suivant les dérivés utilisés, des car-

(1) *Bull. Soc. Chim.*, 1874 (2), t. 21, p. 412 ; *Ann. de chim. et de Phys.*, (avril 1884) (6), t. 1.

(2) Zincke, *D. ch. G.*, t. 4, p. 298.

bures benzéniques ayant des chaînes latérales les plus diverses comme des méthylisopropylbenzènes, méthylpseudobutylbenzènes, diméthylpseudobutylbenzènes. Ces derniers carbures découverts ultérieurement ont donné des dérivés trinitrés constituant des muscs artificiels.

Les dérivés halogénés des chaînes latérales des carbures cycliques se comportèrent de même.

Le chlorure de benzyle fournit, avec le benzène, le diphénylméthane que Zincke avait obtenu par l'action de la poudre de zinc sur les mêmes produits, mais la réaction de Friedel et Crafts avait une régularité beaucoup plus grande, et elle fut étendue par eux aux homologues du benzène : le chlorure de benzylidène leur fournit le triphénylméthane que l'on peut du reste, par la même méthode, préparer en partant du chloroforme et du benzène.

En résumé les dérivés halogénés au même atome de carbone dans les composés acycliques ou dans les chaînes latérales des composés cycliques remplacent leurs atomes d'halogènes par des restes de carbures cycliques sous l'influence du chlorure d'aluminium.

Seuls le tétrachlorure de carbone et le phénylchloroforme s'arrêtent au triphénylméthane, le dernier atome de chlore n'étant pas remplacé dans ces deux cas par un reste phényle et ne conduisant pas au tétraphénylméthane.

Les dérivés halogénés sur deux atomes de carbone, réagissent de même, ainsi, le chlorure d'éthylène donne avec le benzène le diphényléthane.

Les hydrocarbures non saturés éthyléniques ou acétyléniques réagissent sur les carbures cycliques, probablement par fixation préalable d'acide chlorhydrique, pour donner l'éthylène, par exemple, l'éthylbenzène, l'acétylène, le phényléthylène (styrolène).

Les travaux de Roux, de Louise, d'Adam, ont montré que le naphtalène, l'anthracène, le fluorène et en général les hydrocarbures cycliques obéissent aux mêmes lois. Au contraire, les corps cycliques renfermant dans le noyau de l'azote, de l'oxygène ou du soufre, ne présentent point de telles réactions.

Appliquée aux chlorures d'acides de la série grasse, la même méthode va fournir à Friedel et Crafts avec les carbures cycliques des cétones mixtes; les chlorures d'acides de la série cyclique conduiront aux cétones cycliques dont le premier terme est la benzophénone ; elles pourront être symétriques ou non, suivant les chlorures et les carbures que l'on mettra en œuvre.

Les chlorures d'acides bibasiques acycliques donneront des dicétones à part le premier terme, le chlorure de carbonyle, qui fournira la benzophénone ou ses homologues ; le chlorure de phtalyle qui est en majeure partie dissymétrique donne le diphénylphtalide dont la constitution a été établie par Baeyer dans son travail sur la constitution des phtaléines.

Il n'y a pas que les dérivés halogénés qui soient capables de réagir sur les carbures cycliques en présence du chlorure d'aluminium et Friedel va les examiner : l'oxygène, en présence du benzène, lui donne le phénol ; le soufre, le mercaptan, le sulfure correspondant et en même temps le bisulfure de diphénylène $(C^6H^4)^2S^2$; l'anhydride

carbonique donne les acides ; l'anhydride sulfureux donne avec le benzène l'acide phénylsulfinique ; le chlorure de sulfuryle, le chlorure de cyanogène, le chlorure de soufre, les anhydrides d'acides bivalents, les carbures non saturés, tous ces composés donnent des réactions nettement caractérisées.

Il n'est pas possible dans le si court espace de temps qui m'est dévolu de mentionner tous les corps que la méthode de Friedel et Crafts a permis de préparer, c'est, je crois la méthode la plus féconde trouvée jusqu'ici en Chimie Organique elle a été utilisée et elle l'est encore, comme je l'ai déjà dit, par les chimistes du monde entier.

Son application a conduit à préparer des parfums, des produits pharmaceutiques, des matières colorantes, etc...

Mais ce n'est pas tout, si le chlorure d'aluminium jouit de la propriété de permettre d'obtenir par des réactions simples des molécules de plus en plus complexes, il possède encore celle de ramener, par dégradation, à un état plus simple, des molécules complexes et Friedel et Crafts se proposaient de publier un troisième mémoire sur ce sujet et qui n'a pas paru. Voici quelques-uns des faits qu'il a publiés et qui rentrent dans ce troisième chapitre.

Les combinaisons aromatiques sont généralement assez stables, mais elles sont décomposées quand on les chauffe à haute température avec le chlorure d'aluminium. La naphtaline est attaquée très aisément et donne du benzène et un excellent rendement en hydrures de naphtalène. Le triphénylméthane donne du toluène et du benzène. Le benzène lui-même donne du diphényle et d'autres produits.

L'action du chlorure d'aluminium sur certains pétroles les conduisit à trouver l'élimination du soufre qu'ils contiennent.

Friedel, en collaboration avec Gorgeu, montre que l'hexane normal se décompose sous l'influence du chlorure d'aluminium à basse température en donnant naissance surtout à du pentane, à très peu de butane et à une certaine quantité de produits de condensation.

La théorie, qu'il a donnée de l'action, pour ainsi dire catalytique, du chlorure d'aluminium a été très féconde entre ses mains. Il supposait qu'un atome d'hydrogène des chaînes cycliques était remplacé par un reste de molécule de chlorure d'aluminium qui était régénéré par l'action d'une molécule de dérivé halogéné. Il l'a étayée en préparant le phénylaluminium qui réagit en présence des chlorures organiques comme le chlorure d'aluminium lui-même en présence du benzène. Elle a été un peu modifiée, du reste à son instigation, et il en est souvent ainsi de toute théorie. Il représentait le chlorure d'aluminium par Cl^6Al^2 dont il avait, dans une longue étude faite avec Crafts, déterminé le poids moléculaire par la densité de vapeur et l'équation des réactions se formulait avec le benzène par exemple :

$$C^6H^6 + Cl^6Al^2 = ClH + C^6H^5.Cl^5Al^2$$
$$C^6H^5Cl^5Al^2 + R.Cl = C^6H^5.R + Cl^6Al^2$$

Le point faible de la théorie est que l'on n'a pas pu isoler le dérivé organique chloroaluminique mais elle explique tous les faits avec une grande facilité.

Or voici un incident qui va modifier sa formule :

Au cours de ses recherches très longues sur le sujet et qu'il ne pouvait accomplir seul ou avec le concours de son entourage, Friedel avait donné à une personnalité chimique qui ne travaillait pas dans son laboratoire, un sujet de thèse qui comportait l'étude de l'action du chlorure d'acétyle sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium. La dite personnalité, après un très long temps n'aboutit à aucun résultat, Friedel reprit, un peu plus tard, cette réaction qui le conduisit comme je l'ai dit à la synthèse des cétones mixtes, conformément à ce qu'il avait prévu; mais il observe que les rendements, dans le cas considéré, sont mauvais, que la quantité d'acide chlorhydrique qui se dégage est de beaucoup supérieure à celle correspondant à l'acétophénone formée et il suppose que le chlorure d'aluminium a pu réagir sur le chlorure d'acétyle. Il confie à son neveu, Alphonse Combes, qui travaillait à ses côtés, le soin d'élucider le problème. De là est sorti ce magnifique travail sur l'acétylacétone si bien accompli et si bien exposé et qui constitue une des plus belles pages de la chimie organique.

Mais des résultats de ce travail deux points touchaient à la théorie de Friedel, le premier est relatif au poids moléculaire du chlorure d'aluminium.

Combes en effet isole, au cours de son travail, un produit bien cristallisé, incolore, l'acétylacétonate d'aluminium distillant à 314-315° à la pression ordinaire sans altération et dont il détermine la densité de vapeur qui le conduit à la formule $Al(C^5H^7O^2)^3$. Il en conclut, après avoir rappelé les travaux de Nilson et Petterson (1), que la formule du chlorure d'aluminium doit être Cl^3Al et que si la densité de vapeur de ce dernier ne cadre pas avec cette formule c'est qu'il y a association, les molécules chimiques n'ayant pas pris leur complète liberté à la température considérée (1889).

La formule de Friedel devenait donc $C^6H^5.Cl^2Al$.

Le second point est relatif à l'action du chlorure d'aluminium sur le chlorure d'acétyle. Il montre que les composés acycliques sont capables de réagir sur le chlorure d'aluminium comme, au reste, lui même l'avait observé avec le chlorure d'amyle mais on ne peut aller plus loin, le mécanisme de la réaction est inconnu et la réaction de Combes ne l'éclaire pas, non plus que les combinaisons signalées par Gustavson (2) de l'éthylène avec le chlorure d'aluminium et agissant comme catalyseur sur les composés cycliques, et je pense que, pour l'enseignement, il convient de conserver l'hypothèse de Friedel et Crafts en faisant la correction relative au chlorure d'aluminium.

Il faut encore, dans son œuvre, rappeler ses contributions à la stéréochimie, ses travaux sur les acides camphoriques, sur le

(1) Nilson et Petterson, *Zeit. f. phys. Chem.*, 1887, t. 1, p. 459.

(2) Gustavson, *Journ. f. prakt. Ch.* (2), t. 34, p. 164; *Jahresbericht*, 1885, p. 723.

paradéhyde et le métaldéhyde dont il fait deux isomères cis et trans, sur les hexachlorures de benzène de Meunier, dont la forme cristalline de l'isomère trans cadre avec celle déduite de sa formule et l'autre cis possède une symétrie plus élevée que celle déduite de la même considération. Il trouve que, dans ce dernier cas, il y a eu association cristalline qui la fait apparaître comme cubique mais qui en réalité doit rentrer dans les formes pseudocubiques décrites par Mallard.

Il démontrait par cela même qu'il n'y avait pas de relation absolue entre la forme cristalline et celle déduite de la constitution chimique, que certaines molécules cristallines peuvent avoir par association une symétrie plus élevée que celle que l'on prévoit mais n'ont pas de symétrie inférieure.

Dans cette esquisse trop courte, je n'ai pu que retracer une partie de son œuvre, en chimie organique, elle suffira j'espère à faire comprendre quelle en est la grandeur et l'importance.

Parmi la pléiade de chimistes illustres qui ont vu le jour en Alsace, trois d'entre eux ont particulièrement contribué par leurs théories et leur travaux à l'établissement de la Chimie moderne. Gerhardt, Wurtz et Friedel et l'on est frappé de voir combien la pensée humaine, même appuyée des faits, met de temps à s'imposer, comme une vérité possible. Le chimiste partant d'un fait connu ou qu'il découvre conçoit une hypothèse et elle est un guide pour de nouveaux travaux et il la conserve aussi longtemps qu'elle est féconde, sinon il la rejette. Mais ce qui reste c'est le travail accompli dont les résultats demeurent immuables dans les conditions où il l'a effectué et qui sont des vérités.

Charles Friedel, dans la chimie, inaccessible à la majeure partie du Monde, a été un Maître incontesté, et la simplicité de cette cérémonie, qui réunit une partie de sa famille, de ses élèves, de ses disciples et de ses admirateurs, cadre avec la simplicité de son existence; il n'en apparaît que plus grand. La dignité de sa vie, son labeur incessant qui a apporté une aide puissante à l'agrandissement du domaine de la Chimie, dont le rôle est essentiel dans l'évolution mondiale, sont des exemples que l'on peut présenter à l'admiration de tous pour qu'ils soient suivis.

SUR L'ŒUVRE MINÉRALOGIQUE

DE

CHARLES FRIEDEL

par A. LACROIX (*),

Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences

Messieurs,

Quand, tout récemment, M. le Président de la Société chimique m'a demandé de venir ici retracer devant vous l'œuvre minéralogique de Charles Friedel, j'ai saisi avec empressement cette occasion de me faire l'interprète des minéralogistes, en témoignant de leur haute estime et de leur admiration pour l'illustre chimiste qui, à côté de l'œuvre admirable, purement chimique, dont vous venez d'entendre retracer éloquemment les grandes lignes, a réalisé un ensemble de recherches par quoi il s'est placé au premier rang de ceux qui, dans notre pays, ont bien mérité de la science des minéraux.

Ses travaux minéralogiques ont consisté, non pas en observations sur le terrain, mais en recherches de laboratoire, consacrées à la description, à la chimie, à la physique des corps cristallisés, naturels ou artificiels; beaucoup de ses recherches procèdent non pas d'un plan général concerté, mais de circonstances en rapport avec sa carrière, aussi est-il nécessaire, tout d'abord, de rappeler les diverses étapes de celle-ci, en ce qui concerne la minéralogie.

Dès son enfance, Charles Friedel a été attiré par les minéraux dont il avait fait une petite collection. A peine avait-il achevé ses études secondaires qu'il suivit à la Faculté des Sciences de Strasbourg les cours de Daubrée, et aussi ceux de Pasteur. Il vint ensuite à Paris pour préparer ses licences à la Sorbonne; il habitait au Jardin des Plantes dans la maison de Buffon, chez son grand-père maternel, L. Duvernoy, professeur de zoologie au Muséum d'histoire naturelle. Un collègue de celui-ci, Dufrénoy, professeur de minéralogie, ne tarda pas à apprécier les aptitudes scientifiques et le caractère sympathique du jeune étudiant; or Dufrénoy était en même temps directeur de l'École des Mines et, dès 1851, il offrit à Friedel une place de préparateur à cette école, auprès de H. de Senarmont, son successeur dans la chaire de minéralogie. Mais Friedel était occupé dans le laboratoire de Wurtz, aussi n'accepta-t-il pas cette proposition flatteuse, mais deux ans plus tard, il était nommé Conservateur des collections de minéralogie de cette même école.

Il devenait ainsi le collaborateur immédiat de Henri de Senarmont qui allait avoir sur lui une influence directrice comparable à celle qu'exerçait déjà Wurtz, mais dans une discipline différente. Friedel l'a déclaré lui-même dans la préface de son *Traité de minéralogie* publié en 1893:

(*) Conférence faite devant la Société Chimique le 9 Juin 1932.

« J'ai puisé une bonne partie du goût très vif que j'ai eu et conservé pour la minéralogie dans l'enseignement de H. de Senarmont et dans un contact journalier, de près de dix ans, avec ce savant distingué, d'un esprit si haut en même temps que si sûr et si pondéré, toujours prêt à encourager les premiers essais de ceux qui désiraient cultiver la science. »

Ce ne fut que dix ans plus tard que Friedel obtint à l'Ecole des Mines un petit laboratoire, d'où sont sortis tant de travaux intéressants et qu'il n'a jamais quitté, même quand il fut mieux pourvu ailleurs.

Maître de Conférences à l'Ecole normale supérieure, en 1871, en remplacement de A. des Cloizeaux, il succéda, en 1876, à Delafosse dans la chaire de minéralogie de la Sorbonne pour abandonner cette situation, en 1886, et remplacer son maître Wurtz, en qualité de professeur de chimie organique.

Comme, à l'Ecole des Mines, Friedel ne se contentant pas de classer les minéraux de la collection confiée à sa garde, était en contact continu avec les élèves, on voit que c'est 44 années de sa vie qu'il a consacrées, d'une façon plus ou moins directe, à l'enseignement de la minéralogie.

Toux ceux qui l'ont approché, et j'ai eu la bonne fortune d'être de ce nombre, ont conservé un souvenir reconnaissant et ému de la façon dont il se dévouait à ses élèves, même occasionnels, leur donnant, sans compter, son temps, ses conseils, ses encouragements, leur apprenant aussi, par son exemple de chaque jour, la grandeur et la haute portée morale de la recherche scientifique consciencieuse et désintéressée.

***

Vous venez de voir que Ch. Friedel a eu, pendant de très longues années, la direction de la grande et belle collection minéralogique de l'Ecole des Mines. Il a pris beaucoup de soin à son arrangement et il y a trouvé matière à une partie de ses études sur les minéraux; une autre a été alimentée par les ingénieurs lui apportant des matériaux à leur retour de mission. C'est ainsi qu'il a été amené à la découverte de quatre espèces minérales nouvelles.

Il a dédié la première à son maître Wurtz; la wurtzite avait été rencontrée dans une collection recueillie en Bolivie par les frères Grandidier. C'est un sulfure de zinc hexagonal, hémimorphe, dimorphe de la blende cubique tétraédrique et isomorphe du sulfure de cadmium (greenockite); sa découverte fut faite au moment où Henri Sainte-Claire Deville et Troost obtenaient, par fusion ignée, ce même sulfure hexagonal et que Sidot en reproduisait une variété douée d'une magnifique phosphorescence et dont Friedel fit l'étude physique.

La même collection lui a fourni un arséniate basique de zinc qu'il a dédié à G. J. Adam, conseiller-maître à la Cour des Comptes: possesseur d'une très grande collection de minéraux que Friedel eut le plaisir de voir donner plus tard à l'Ecole des Mines. La mesure des cristaux d'*adamine* a permis de montrer l'isomorphisme

de ce minéral avec l'olivénite et la libethénite, arséniate et phosphate de cuivre ; Friedel a insisté sur ce que c'était là le premier exemple d'isomorphisme d'un sel de zinc et d'un sel de cuivre, apportant une preuve cristallographique de la diatomicité de ces métaux et d'autres encore, admise jusqu'alors (1866), principalement à cause de leur chaleur spécifique.

La *delafossite* est un minéral moins brillant, provenant d'Ekaterinburg et trouvé dans les collections de l'Ecole des Mines et du Muséum. C'est un métaferrite de cuivre retrouvé, plus tard, dans l'Arizona.

Enfin, plus importante est la *carnotite*, décrite en collaboration avec Cumenge qui l'avait rapportée de l'Ouest américain ; c'est un vanadate hydraté d'uranium et de potassium, en poudre jaune, imprégnant des grès sur de vastes étendues. La carnotite constitue un minerai de radium qui fut activement exploité jusqu'au jour où la découverte des gisements uranifères du Katanga mit à mal toute autre exploitation.

Il me faut signaler maintenant une série d'études chimiques ayant pour objet la détermination de la composition de minéraux déjà connus, mais provenant de gisements nouveaux. Elles ont permis parfois d'en préciser la formule. Tels sont les cas d'un tellurure d'or et d'argent (*petzite*) de l'Asie mineure ; de l'hydrate de magnésium (*brucite*) du Piémont ; d'un carbonate hydraté de magnésium, la *nesquéhonite* ; de la *friedélite*, chlorosilicate de manganèse dédié à notre collègue et provenant des Hautes-Pyrénées ; enfin de la *dawsonite* de Toscane, le seul carbonate naturel connu renfermant de l'aluminium.

Ch. Friedel a fait encore la découverte intéressante de quantités variables d'ammoniac dans une zéolite, l'*apophyllite*, de divers gisements.

L'analyse d'un péridot, ayant servi aux Canaques de la Nouvelle-Calédonie à faire des pierres de fronde, a été son seul contact avec la chimie des roches. Il s'agit, en effet, d'une *dunite* renfermant les célèbres gisements de nickel et de chrome de notre colonie lointaine.

Les altérations des *agates* et des *silex* ont arrêté l'attention de Friedel ; ce sont, en effet, des produits que les directeurs de collections de minéralogie ont souvent l'occasion d'examiner. Il a montré qu'il s'agit là d'une dissolution partielle d'un mélange d'opale et de quartz cryptocristallin ; elle est déterminée par l'action de l'eau pure ou alcaline et la patine de certains silex a été imitée par l'action prolongée d'une dissolution alcaline.

Notons enfin que Ch. Friedel a rédigé, en collaboration avec son ami G. Salet, les articles minéralogiques du Dictionnaire de chimie de Wurtz et qu'il y a mis une note personnelle en établissant ou en rectifiant les formules chimiques, souvent vieillies, d'un grand nombre de minéraux.

Quelques travaux ne se rapportant pas à la chimie ont été consacrés à diverses questions minéralogiques.

Vers 1875, Ch. Friedel a examiné une collection d'échantillons rapportés de la Nouvelle-Calédonie par l'ingénieur des mines Heurœau ; il y a remarqué la *glaucophane*, alors peu connue, sem-

blable à celle de l'île de Syra, et montré l'analogie de cette amphibole avec la *gastaldite*, qui venait d'être découverte dans le Piémont. Il a étudié aussi les minéraux accompagnant le diamant de l'Afrique australe, les diamants et les saphirs de l'Australie.

Le don fait à l'Ecole des Mines d'un bloc du célèbre fer météorique de Cañon Diablo l'a conduit à la démonstration directe et définitive de la présence du diamant dans ce fer extra-terrestre qui a fait ensuite l'objet des travaux de Moissan et a amené celui-ci à tenter la synthèse de ce minéral.

En collaboration avec Berthelot, il a analysé le fer météorique de Magura; le diamant y avait été signalé, mais il n'a pas été retrouvé par ces observateurs. Par contre, ils y ont rencontré du quartz. Quant aux cubes formés par de petites lames de graphite enchevêtrées et que depuis lors on a appelées *cliftonite*, ils semblent bien n'être que des pseudomorphes de diamant.

Friedel a effectué quelques travaux minéralogiques purement cristallographiques 4,2; sa première étude, qui lui avait valu l'amitié de Dufrénoy, a été consacrée à la description d'une macle du diamant.

Il a décrit de curieux allongements suivant un axe ternaire ou quaternaire d'octaèdres de *magnétite*, recueillis dans les fentes de la domite du Puy Chopine. La description cristallographique de la *guejarite*, sulfo-antimoniure de cuivre, décrit comme nouveau par Cumenge, lui a permis de montrer l'identité de ce minéral avec la *chalcostibite* (wolfsbergite).

Dans les beaux cristaux de quartz obtenus par synthèse, et dont il va être question plus loin, il a observé une macle nouvelle de ce minéral, où les axes verticaux des deux cristaux sont croisés à 90°.

Engel avait obtenu de fort petits cristaux de *soufre*, en évaporant la solution chloroformique du précipité obtenu en traitant une solution d'hyposulfite de sodium par l'acide chlorhydrique concentré. Friedel a montré qu'il s'agit là de rhomboèdres très aplatis, uniaxes et négatifs; cette nouvelle variété de soufre est isomorphe du tellure et de la forme rhomboédrique du sélénium.

Ch. Friedel pensait que les chimistes ne doivent négliger aucune des propriétés physiques des corps et que la forme cristalline est parmi les plus importantes de celles-ci; il ne suffit pas pour caractériser un sel, de dire qu'il cristallise en prismes, en houppes, voire même en boules. Ch. Friedel a donné un exemple, malheureusement bien rarement suivi en France; on lui doit, en effet, des notes sur les formes géométriques du fluosilicate de magnésium, du *p*.dibromobenzène, de l'azotite de baryum et du camphre monobromé, de l'acétate de benzhydrol, de la quercite, de la cinchonamine et encore de très nombreuses déterminations cristallographiques de corps organiques que l'on trouve dans des mémoires de ses élèves et de ses collègues.

***

Quel que soit l'intérêt des recherches qui viennent d'être brièvement esquissées, elles doivent céder le pas à celles relatives à la

synthèse minéralogique. Celles-ci ont été entreprises dans des buts variés, les unes pour établir ou vérifier la véritable constitution de minéraux imparfaitement connus au point de vue chimique, les autres pour chercher à éclairer le mode de formation de certains minéraux dans la nature.

La méthode utilisée a toujours été la même, mais assouplie aux conditions particulières qu'il voulait réaliser. A la même époque, Fouqué et Michel-Lévy poursuivaient des synthèses sur les minéraux et les roches, par la fusion purement ignée ; Hautefeuille s'ingéniait à en effectuer d'autres à l'aide de minéralisateurs volatils ou de flux. Friedel a employé des réactions, à l'aide de l'eau et sous pression, à des températures variées ; c'est une méthode employée déjà avec succès par H. de Senarmont et Daubrée, mais qu'il a perfectionnée.

Je ne vois dans l'œuvre de Friedel qu'une seule exception à l'emploi de cette méthode, c'est sa synthèse de la *martite*, ayant reproduit la transformation de la magnétite octaédrique en hématite rouge par simple oxydation à l'aide d'un chauffage à l'air libre.

Difficile pour soi, Friedel a cherché toujours à obtenir dans ses expériences synthétiques le produit cherché sous forme de cristaux nets et il n'était véritablement satisfait du résultat que lorsqu'il pouvait transporter ces cristaux sur son goniomètre.

Voyons donc les principales de ces synthèses, en commençant par celles ayant eu pour objet la connaissance de la composition chimique exacte du minéral étudié.

Une série de minéraux ont été reproduits en tubes scellés ordinaires, à des températures variant, en général, entre 150 et 180°C. Pour ces expériences, Friedel a eu pour collaborateur Ed. Sarasin.

La *hopéite* était autrefois un minéral extrêmement rare, incomplètement défini par Brewster ; en 1879, Des Cloizeaux en ayant trouvé un cristal dans la collection d'Haüy et ayant déterminé ses constantes cristallographiques et ses propriétés optiques, en confia un fragment à Damour ; celui-ci montra qu'il est formé d'anhydride phosphorique et d'oxyde de zinc. En faisant réagir ces corps, en tube scellé, Ch. Friedel et Ed. Sarasin ont obtenu le phosphate tribasique à quatre molécules d'eau, ayant la forme cristalline du minéral naturel. Celui-ci a été découvert depuis en grande quantité et en gros cristaux, à Broken Hill (Rhodésie), dans une grotte creusée au milieu de minerais de zinc ; la hopéite et d'autres minéraux résultent de l'attaque de ces minerais par des phosphates d'origine animale.

Les minerais séléniés de Cacheuta, dans la République Argentine, sont parfois recouverts d'un enduit de petits cristaux bleus. Damour avait montré qu'ils sont constitués par un sélénite de cuivre dont les formes cristallines furent décrites par Des Cloizeaux ; c'est la *chalcoménite*. Friedel et Sarasin ont fait voir que des cristaux très nets ayant la même forme que ceux de la nature peuvent être obtenus en chauffant une solution de sélénite de sodium et de sulfate de cuivre entre 130 et 200°C. Leur composition est celle du sélénite de cuivre à 2 molécules d'eau.

En 1891, Mallard et Cumenge avaient décrit, sous le nom de *boléite*, de superbes cristaux cubiques d'un bleu foncé, provenant

des mines de cuivre de Boléo. Associés à ces cubes, et parfois régulièrement groupés sur leurs faces, se trouvent aussi des cristaux quadratiques plus petits et d'un bleu plus clair. Mallard les avait appelés *cumengéite*. M. Georges Friedel a, plus tard, complété l'étude optique de ces deux espèces et discuté leurs relations mutuelles, mais, au début, une certaine incertitude régnait sur leur composition chimique exacte, bien que l'on sut que ce sont des oxychlorures de cuivre et de plomb avec parfois de l'argent.

Ch. Friedel a montré, par l'analyse et par la synthèse, que la boléite diffère de la cumengéite par la présence constante et nécessaire de l'argent. Leur synthèse se fait facilement par la mise en contact d'une solution de chlorure de cuivre avec de l'hydrate de plomb, et éventuellement de l'hydrate d'argent, suivant l'espèce que l'on veut obtenir. Le précipité fourni n'est que cryptocristallin, mais le procédé du tube fêlé de A. C. Becquerel fournit des cristaux très nets.

Voyons maintenant les synthèses de minéraux dont la constitution chimique n'était pas discutée. Ch. Friedel et Ed. Sarasin ont obtenu en cristaux nets, la *phosgénite*, par réaction, en tube scellé du carbonate et du chlorure de plomb, la *leadhillite*, par l'action de l'acide sulfurique sur le carbonate de plomb ; la *libethénite*, par celle de l'acide phosphorique sur le sulfate ou l'azotate de cuivre ; l'*atacamite*, par l'action, à 250° C. d'une solution de perchlorure de fer sur le protoxyde de cuivre.

Une dernière synthèse a été effectuée, mais à froid, celle de la *mellite*. Ch. Friedel et J. M. Crafts avaient, tout d'abord, obtenu l'acide mellique par l'oxydation de l'hexaméthylbenzène, au moyen du permanganate de potassium. En collaboration avec J. Balsohn, Ch. Friedel fit ensuite réagir, dans un tube fêlé, du mellate de potassium ou de sodium sur une solution neutre de chlorure d'aluminium. La mellite se forme ainsi en jolis octaèdres quadratiques, semblables à ceux que le minéral possède dans les lignites où on le rencontre.

Enfin, nous arrivons à la partie la plus originale de l'œuvre synthétique de Ch. Friedel, celle pour quoi il a utilisé des températures voisines de 500° C. Pour cela, le simple tube scellé était insuffisant ; il a fallu imaginer autre chose. Un tube épais en acier, garni intérieurement d'un tube de cuivre ou de platine, est obturé par un bouchon de cuivre ou de platine, appuyé sur les bords du tube intérieur et fortement pressé sur celui ci ; ce tube d'acier est fermé à l'aide d'un couvercle de même métal et de trois fortes vis permettant d'écraser une rondelle de cuivre, de façon à obtenir une fermeture hermétique.

Avec cet instrument, Ch. Friedel et Ed. Sarasin ont obtenu, tout d'abord, en 1879, de très beaux cristaux de *quartz*, en chauffant, en présence de l'eau et à une température inférieure au rouge, de l'alumine précipitée, de la potasse et un excès de silice gélatineuse. Après un chauffage de moins de 24 heures, tout ou partie de la silice a été transformé en cristaux de quartz limpides, isolés ou enchevêtrés, présentant les formes et les particularités des faces

des cristaux naturels, ils étaient assez gros pour pouvoir être mesurés au goniomètre. Ce résultat était comparable à celui obtenu antérieurement par Daubrée par la décomposition du verre, mais ici les cristaux étaient infiniment plus gros.

En augmentant les quantités d'alumine et de potasse, les expérimentateurs obtinrent des cristaux de feldspath, *orthose*, avec des formes particulièrement nettes, présentant même parfois les macles de Manebach et de Baveno. La substitution de la soude à la potasse a permis d'obtenir l'*albite* ou l'*analcime*, suivant les conditions de l'expérience. Ces résultats ont une grande portée générale, car, dans la nature, il est bien certain que, pour nombre de gisements, le quartz, les feldspaths alcalins, les zéolites ont pu ainsi se former à l'aide de solutions alcalines.

Le même dispositif a fourni la *calcite* en gros rhomboèdres basés, par réaction du carbonate et du chlorure de calcium à 500°.

Ceux qui fréquentaient occasionnellement le laboratoire de l'Ecole des mines étaient surpris d'entendre sans cesse parler d'un certain Jacob que l'on ne voyait jamais. Jacob n'était autre chose que le tube dont il vient d'être parlé ; il avait été plaisamment baptisé ainsi par Sarasin un jour où il lui donnait à manger sa bouillie de silice et d'alumine, précipitées, rappelant l'aspect de la bouillie des enfants et ce nom lui était resté. Ce tube était chauffé dans une cave, les expériences ne chômant guère, l'on descendait souvent du laboratoire porter sa nourriture à Jacob. Et voilà pourquoi les visiteurs ne le voyaient jamais.

Pour terminer, il me reste à vous parler des dernières recherches synthétiques effectuées, de 1890 à 1891. Charles Friedel eut la joie de les réaliser avec son fils aîné, Georges, brillant ingénieur au Corps des mines qui, après avoir collaboré avec son père, a continué son œuvre dans la même direction, puis s'est engagé avec succès dans des voies nouvelles.

Dans les expériences précédentes, les expérimentateurs avaient fait réagir, les uns sur les autres les éléments entrant dans la constitution des minéraux dont la reproduction était envisagée ; afin de se rapprocher davantage de la nature, dans ces nouvelles recherches, Ch. et Georges Friedel ont fait réagir des solutions alcalines sur des minéraux déjà formés et ils ont choisi pour cela un minéral lui-même riche en alcalis, le mica muscovite.

Les expériences ont été faites à la température de 500° C, le chauffage étant maintenu plus longtemps que dans les cas précédents, pendant plusieurs jours.

Dans une première série d'expériences, ils ont fait réagir sur le mica des alcalis et des silicates alcalins ; ainsi ont été obtenus des cristaux d'une *néphéline* sodique et potassique, d'*orthose*, de *leucite*, ou tout au moins d'un minéral quadratique de même composition, puis de *sodalite*, quand le chlorure de sodium était ajouté à la solution. La substitution du sulfate de sodium au chlorure a permis d'obtenir la *noséane*; celle du carbonate de sodium au sulfate, un minéral du groupe de la *cancrinite*. Enfin l'action de la chaux et du chlorure de calcium sur le mica a donné l'anorthite cristallisée.

Le grand intérêt de ces expériences a été de se rapprocher des conditions naturelles ; elles permettent, par exemple, de comprendre le mode de genèse des nombreux minéraux silicatés, chlorés, sulfatés, carbonatés qui se forment au Vésuve, par autopneumatolyse, dans les fentes des coulées de lave leucitique et par l'action des fumeroles alcalines à haute température, sur les produits plus anciens du volcan accumulés par les phénomènes explosifs. Ce n'est évidemment pas un mica qui a été transformé dans ce volcan, mais les expériences apportent des vues précieuses sur le mécanisme vraisemblable du phénomène.

Avant de quitter les questions de minéralogie chimique, si bien traitées par Friedel, je voudrais rappeler que parmi ses recherches de chimie pure, il en est qui ont une importance capitale pour les minéralogistes. Il s'agit des travaux sur les composés du silicium qui ont contribué à fixer d'une façon définitive l'atomicité et le poids atomique de ce métalloïde. Pendant longtemps, à la suite de Berzelius, ce poids atomique semblait être 21 et l'on écrivait SiO^3 la formule de la *silice*, d'une importance si capitale dans la constitution des minéraux. Ch. Friedel et Crafts ont montré définitivement que cette formule est SiO^2 et le poids atomique 28, que le silicium se comporte comme un élément tétratomique se substituant parfois au carbone.

Notons enfin que parmi les composés du titane étudiés par Friedel et J. Guérin, il faut citer le *sesquioxyde de titane* rhomboédrique, isomorphe des sesquioxydes d'aluminium et de fer, c'est-à-dire du corindon et de l'hématite.

*
* *

Il me reste à passer en revue des recherches d'un tout autre ordre effectuées par Ch. Friedel qui avait puisé dans le commerce de H. de Senarmont un vif intérêt pour les relations des propriétés physiques des cristaux et de leur symétrie.

Dès 1860, il aborde l'étude des propriétés électriques des cristaux conducteurs. Marbach venait de montrer que les cristaux de *pyrite* et de *cobaltine*, minéraux parahémiédriques, présentent deux variétés possédant des propriétés thermo-électriques de signe opposé. Charles Friedel prouve que le problème est compliqué par la structure de ces cristaux ; fréquemment leur surface n'est pas homogène, certaines parties sont lisses, d'autres présentent des stries d'orientation géométrique déterminée. Ces particularités sont dues à l'existence de macles, à d'intimes enchevêtrements d'individus possédant une thermo-électricité de sens différents; une telle structure rappelle celle des cristaux de quartz, formés par le mélange de cristaux droits et de cristaux gauches. Friedel a fait voir ainsi que, malgré les apparences, il ne s'agit pas là de pyro-électricité. Des expériences effectués sur le *cuivre gris* et la *chalcopyrite*, minéraux présentant l'hémiédrie tétraédrique, l'avaient conduit tout d'abord à penser qu'ils sont pyro-électriques. Des observations ultérieures l'ont amené à conclure que des phénomènes pyro-électriques ne peuvent, en réalité, se produire dans les

cristaux de ce type de symétrie que si leur échauffement n'est pas uniforme.

En 1879, Ch. Friedel aborde l'étude de la pyro-électricité des minéraux non conducteurs; il le fait à l'aide d'une méthode nouvelle, qu'il avait imaginée dans le but d'étudier des phénomènes thermo-électriques développés au contact des corps conducteurs et des corps isolants et de chercher s'il existe une relation entre eux et la symétrie de ces derniers.

Un petit hémisphère de cuivre, relié à un électromètre, est chauffé dans une étuve, puis sa face plane est placée successivement sur deux faces, taillées normalement à l'axe de pyro-électricité supposé du minéral considéré. L'électromètre indique le dégagement d'électricité dû à l'échauffement et celui-ci est de signe contraire aux deux extrémités du cristal. Cette méthode a permis, en particulier, de déceler la pyro-électricité dans le *quartz*, la *topaze*, la *blende*.

Hankel avait annoncé déjà que le *quartz* est pyro-électrique, mais le sens du dégagement électrique observé par lui aux extrémités d'un axe binaire était inverse de celui trouvé par Ch. Friedel.

Ce dernier, en collaboration avec son préparateur Jacques Curie, put montrer les causes de ce désaccord. Si l'on chauffe uniformément un cristal de quartz dans les conditions précitées, il ne dégage pas d'électricité; dans ses expériences initiales, l'hémisphère de cuivre étant placé au milieu des faces, les bords de celles-ci étaient à une température moins élevée, il en résultait une compression de la partie chauffée et par suite un dégagement d'électricité par *piézo-électricité*. Dans les expériences de Hankel, les conditions étaient renversées, les bords de la face étant plus chauds que la partie centrale, celle-ci était soumise à une tension.

Ch. Friedel et Jacques Curie ont montré ensuite que la *boracite* est pyro-électrique au-dessous de 265° C. et ne l'est plus à une température supérieure; en outre, quand on refroidit un cristal porté à haute température, l'on constate qu'à 265° C. se produit un brusque et violent dégagement d'électricité. Ces observations sont d'un grand intérêt, car Mallard avait montré, à l'aide des propriétés optiques, que cette température critique est celle d'une transformation moléculaire de la boracite, orthorhombique, avec macles complexes, au-dessous de 265° C., cubique au-dessus ; sa structure intime devient alors en rapport avec sa symétrie extérieure qui est cubique et tétraédrique.

Enfin, en collaboration, encore, avec Jacques Curie, puis avec un autre de ses élèves, Arnaud de Gramont, Ch. Friedel a fait voir par l'exemple de la *topaze* et de la *scolésite* que la pyro-électricité fournit un moyen précieux d'étude des macles des cristaux présentant cette propriété.

Je viens de prononcer le mot de *piézo-électricité*, il ne faut pas oublier que c'est dans le laboratoire de Friedel, et certainement avec ses conseils, qu'ont été entrepris les beaux travaux de Jacques et de Pierre Curie, d'où est sortie la découverte, puis la connaissance plus approfondie, de cette importante propriété qui, depuis lors, a pris le développement que l'on sait dans la physique

moderne. Ainsi ont été acquises des notions précieuses ayant permis de définir les conditions de symétrie nécessaires et suffisantes, l'absence de centre de symétrie, pour l'existence de la pyro- et de la piézo-électricité dans les corps cristallisés.

*
* *

Laissez-moi enfin rappeler, pour terminer, quel fut le rôle de premier plan joué par Charles Friedel dans la création et le développement de la *Société minéralogique de France*, à laquelle le Conseil d'Etat a imposé le titre de *Société française de minéralogie*, lors de sa reconnaissance d'utilité publique.

Dans la seconde moitié du siècle dernier, les préoccupations chimiques et physiques avaient pris dans la minéralogie une telle importance que ceux qui s'y intéressaient sentirent le besoin de se grouper.

Sur l'initiative de A. Des Cloizeaux et de Ch. Friedel, des réunions préliminaires eurent lieu, en 1878, chez F. Pisani, puis à la Sorbonne, où fut élaboré le projet de constitution d'une Société minéralogique. Friedel offrit son laboratoire de la Faculté des Sciences pour la séance inaugurale du 11 avril. La Société naissante s'y trouva si bien qu'elle y resta pendant tout le professorat de Friedel et qu'elle y est encore, ses successeurs, Hautefeuille, puis M. Wallerant, ayant considéré comme un précieux héritage cette tradition de cordiale hospitalité. Ainsi a pris naissance une symbiose à bénéfice réciproque qui, par ce temps de difficultés matérielles, pourrait, avec fruit, être imitée par bien des sociétés savantes, le laboratoire acquérant ainsi, gratuitement une bibliothèque sans cesse enrichie, la Société jouissant d'une belle demeure, sans avoir à connaître les affres d'un coûteux loyer. Elle peut, par suite, consacrer toutes ses ressources à ses publications.

Rarement société savante naquit sous de tels auspices ; je n'ai pas oublié l'étonnement et l'émotion éprouvés, il y aura bientôt un demi-siècle, quand, jeune étudiant débarqué de ma province, j'ai pénétré pour les premières fois dans la peu lumineuse salle de travaux pratiques de minéralogie, située dans une des antiques maisons de la rue Saint-Jacques annexées à la vieille Sorbonne. Là, autour d'une longue table, étaient rangés les maîtres les plus éminents de la minéralogie d'alors et quelques-uns de ceux des sciences voisines, revêtus, comme c'était la mode en ces temps lointains, de cérémonieuses redingotes : A. Daubrée, A. Des Cloizeaux, A. Damour, Alfred Cornu, Fizeau, Charles Friedel, F. Fouqué, E. Mallard, A. de Lapparent, Hautefeuille, A. Michel-Lévy, pour ne citer que quelques-uns de ceux qui ne sont plus. Mais, dans cette succursale et antichambre de l'Académie des sciences, les débutants et les inconnus étaient vite rassurés, car l'accueil reçu était à la fois cordial et allégé de tout formalisme.

Chacun avait sa place favorite et respectée. A la droite du président, était concentré le groupe le plus intimidant, celui des cristallographes et des physiciens. Wyrouboff s'y distinguait par sa fougue, sa bruyante intransigeance, son amour du paradoxe et de

la bataille. Quand l'ordre du jour était trop mince, on se tournait vers lui et, comme il avait toujours, dans son laboratoire, quelque bocal en gestation de cristaux et, dans l'esprit, quelque travail récent à pourfendre, aussitôt il dressait sa haute taille, prenant et gardant longtemps la parole, jouant avec verve son discours à l'aide de sa longue tête osseuse et ses grands bras, autant qu'avec la parole. C'était l'époque où Mallard poursuivait ses mémorables recherches dont Wyrouboff se faisait l'écho, aussi les cristaux pseudosymétriques et particulièrement les pseudocubiques, l'isomorphisme et le polymorphisme faisaient-ils le fond de discussions sans cesse renouvelées. Ch. Friedel, toujours présent, intervenait fréquemment pour donner le ton et ramener à la mesure, soulignant parfois son opinion d'un sourire doucement ironique, à peine esquissé.

A gauche, se massaient les chimistes, puis les naturalistes et les fervents de la pétrographie naissante, considérés alors comme des parents pauvres par les géologues et surtout par les cristallographes. C'est de ce côté de la barricade, et tout près du président, qu'était la place de Friedel; on y remarquait, dès le premier abord, sa belle tête encadrée de neige, respirant la droiture, la noblesse et la fermeté de caractère et aussi la bienveillance. Il s'intéressait à tout et à tous, encourageait les jeunes initiatives, prodiguait à ceux qui le consultaient les trésors de sa science et de ses précieux conseils.

C'est ains que j'aime à me le rappeler. Tous ceux de ses confrères de la Société française de minéralogie qui l'ont connu, et encore ceux qui sont moins anciens, se joignent à moi pour s'associer à l'hommage que vous avez voulu rendre à ce grand savant et à ce grand cœur.

TRAVAUX MINÉRALOGIQUES de Ch. FRIEDEL.

Bibliographie.

1. 1856. Sur un cristal de diamant hémitrope, *in Traité de minéralogie*, de Dufrénoy, 2e éd., t. II, p. 92.
2. — Sur deux cristaux de zircons basés, *Ann. mines* (5), t. II, p. 626.
3. 1860. Sur la pyroélectricité dans les minéraux bons conducteurs de l'électricité, *L'Institut*, 28e année, p. 420.
4. 1861. Sur le dimorphisme du sulfure de zinc, *C. R.*, t. LII, p. 983 et *Bull. Soc. Chim.*, t. III, p. 250.
5. — Sur une blende hexagonale, *Bull. Soc. Chim.*, t. II, p. 64.
6. 1865. Isomorphisme des arséniates de zinc et de cuivre, *Bull. Soc. Chim.*, t. IV, p. 2.
7. 1866. Sur l'adamine, nouvelle espèce minérale, *C. R.*, t. LXII, p. 692 et *Bull. Soc. Chim.* t. V, p. 433.
8. — Sur les cristaux de sulfure de zinc, obtenus par M. Sidot, *C. R.*, t. LXII, p. 1001 et *Bu ll.Soc. Chim.*, t. V, p. 321.

9. — Sur la constitution de quelques silicates complexes, *Bull. Soc. Chim.*, t. V, p. 402.
10. 1867. Sur la forme des cristaux de fluosilicate de magnésie, *Bull. Soc. Chim.*, t. VII, p. 97.
11. 1869. Sur la forme cristalline de la benzine bibromée, *Bull. Soc. Chim.*, t. II, p. 38.
12. — Sur les propriétés pyroélectriques des cristaux bons conducteurs de l'électricité, *Ann. chim. phys.* (4), t. XVII, p. 79 à 95.
13. 1872. Sur l'isomorphisme entre le nitrate de sodium et le spath d'Islande, *Bull. Soc. Chim.*, t. XVII, p. 482.
14. 1873. Sur une combinaison naturelle des oxydes de fer et de cuivre, et sur la reproduction de l'atacamite, *C. R.*, t. LXXVII p. 211.
15. — Sur la delafossite, *Bull. Soc. Chim.*, t. XX, p. 99 et *Bull. Assoc. avanc. Sc.*, session de Lyon, p. 384.
16. — Sur un tellurure naturel d'or et d'argent, *Bull. Soc. Chim.*, t. XX, p. 481.
17. — Sur la reproduction de la tridymite, *Bull. Soc. Chim.*, t. XX. p. 532.
18. — Analyse de minerais de tellure, *C.R. Assoc. franç. avanc. Sc.*, session de Lyon, p. 254.
19. 1874. Sur les relations pouvant exister entre les propriétés thermoélectriques et la forme cristalline, *C. R.*, t, LXXVIII, p. 508, et *Assoc. franç. avanc. Sc.*, session de Lyon, p. 215.
20. — Sur l'altération des agates. *Bull. Soc. Chim.*, t. XXII, p. 100 et *C. R. Assoc. franç. avanc. Sc.*, session de Lille, p. 391.
21. — Sur l'oxychlorure et le sesquioxyde de titane, *Bull. Soc. Chim.*, t. XXII, p. 481 (En collaboration avec J. Guérin).
22. 1875. Sur la forme cristalline de l'azotite de baryum, *Bull. Soc. Chim.*, t. XXV, p. 49.
23. — Sur la forme cristalline du camphre monobromé, *Bull. Soc. Chim.*, t. XXV, p. 50.
24. — Sur l'identité de la gastaldite et du glaucophane, *Bull. Soc. Chim.*, t. XXV, p. 146.
25. — Sur la production des phosphates et arséniates de cuivre et de zinc cristallisés artificiels, *Bull. Soc. Chim.*, t. XXV, p. 482 (En collaboration avec E. Sarasin).
26. 1875. Sur quelques altérations des agates et des silex. *C. R.*, t. LXXXI, p. 979 et *Ann. Chim. et phys.* (5), t. VII, p. 540.
27. 1876. Sur des cristaux de fer oxydulé présentant une déformation singulière, *C. R.*, t. LXXXIII, p. 996.
28. — Sur la thermoélectricité produite au contact d'un corps bon conducteur et d'un corps mauvais conducteur de l'électricité, *C. R. Assoc. franç. avanc. Sc.*, session de Clermont, p. 249.
29. — Sur quelques combinaisons du titane, *C. R.*, t. LXXXII, p. 509; *Ann. Chim. phys.* (5), t. VIII, p. 24 ; *Bull. Assoc. franç. avanc. Sc.*, session de Nantes, p. 430 (En collaboration avec J. Guérin.
30. — Histoire de la minéralogie, *Revue scientifique*, t. II, p. 505.
31. 1878. Analyse de l'adamine du Laurium, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. I, p. 31.
32. — Sur un diopside artificiel, *Bull. Soc. franç. Minéral*, t. I, p. 106.
33. 1879. Sur la pyroélectricité dans la topaze, la blende et le quartz, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. II, p. 31 et *Neues Jahrb. Minéral.*, p. 585.

34. — Sur les houppes des cristaux polychroïques, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. II, p. 78.
35. — Reproduction artificielle du quartz cristallisé, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. II, p. 113 et *Bull. Soc. Chim.*, t. **XXXI**, p. 481 (En collaboration avec E. Sarasin).
36. — Sur le soufre triclinique, *Bull. Soc. Chim.*, t. **XXXII**, p. 114.
37. — Sur la composition de la hopéite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. II, p. 153.
38. — *Ibid. Bull. Soc. Chim.*, t. **XXXII**, p. 114 (En collaboration avec E. Sarasin).
39. — Sur la libethénite artificielle, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. II, p. 157 et *Neues Jahrb. Minéral* (Bd. 2, Ref.), p. 153.
40. — Sur la production artificielle d'une matière feldspathique, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. II, p. 158.
41. — Sur les minéraux associés au diamant dans l'Afrique australe. *Bull. Soc. franç. Mineral.*, t. II, p. 197.
42. — Sur la forme cristalline de la guéjarite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. II, p. 203.
43. 1880. Sur un silicate artificiel ressemblant à l'orthose, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. III, p. 25.
44. — Reproduction des minéraux, *Revue scientifique*, t. **XIX**, p. 242.
45. 1881. Sur la reproduction par voie aqueuse du feldspath orthose, *C. R.*, t. **XCII**, p. 1374 et *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. IV, p. 171 (En collaboration avec M. Sarasin) et *Neues Jahrb. Minéral.*, p. 154.
46. — Sur la production artificielle de la mellite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. IV, p. 26 et *Bull. Soc. Chim.*, t. **XXXV**, p. 227 (En collaboration avec M. Balsohn).
47. — Sur un nouveau gisement de dawsonite (hydro-carbonate d'aluminium et de sodium), et sur la formule de ce minéral, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. IV, p. 28 et *Bull. Soc. Chim.*, t. **XXXV**, p. 227.
48. — Reproduction de la phosgénite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. IV, p. 175 et *Bull. Soc. Chim.*, t. **XXXVI**, p. 65 (En collaboration avec M. Sarasin) et *C. R. Assoc. franç. avanc. Sc.*, session d'Alger. p. 394.
49. — Sur la reproduction de la chalcoménite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. IV, p. 176, et *Bull. Soc. Chim.*, t. **XXXVI**, p. 65 (En collaboration avec M. Sarasin).
50. — Forme cristalline du sélénite de cuivre, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. IV, p. 225 (En collaboration avec M. Sarasin).
51. — Sur la forme cristalline de l'acétate de benzhydrol, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. IV, p. 228.
52. — Sur la reproduction artificielle du feldspath et de la tridymite, *Bull. Soc. Chim.*, t. **XXXVI**, p. 65 (En collaboration avec M. Sarasin).
53. 1882. Synthèse de la leadhillite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. V, p. 121 et *Bull. Soc. Chim.*, t. **XXXVII**, p. 529 (En collaboration avec M. Sarasin).
54. — Sur la pyroélectricité du quartz, *C. R.*, t. **XCVI**, p. 1262, p. 1389 et *Bull. Soc. franç, Minéral.*, t. V, p. 282 (En collaboration avec J. Curie).
55. — Sur la brucite de Cogne (Vallée d'Aoste), *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. V, p. 324 et *Atti. accad. Sc. Torino*, t. **XVIII**, p. 75.
56. 1883. Sur la pyroélectricité dans la blende, le chlorate de sodium et la boracite, *C. R.*, t. **XCVII**, p. 61 et *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. VI, p. 191 (En collaboration avec J. Curie).

57. — Sur la production de l'albite par voie aqueuse, *C. R.*, t. XCVII, p. 290.
58. — Sur la production artificielle de l'albite et de l'analcime, *Bull. Soc. Chim.*, t. XXXIX, p. 626.
59. — Sur les expériences de W. Spring, relatives à la compression de corps en poudre, *Bull. Soc. Chim.*, t. XXXIX, p. 626 et t. XL, p. 526.
60. — Sur la combustion du diamant, *Bull. Soc. Chim.*, t. XL, p. 514.
61. 1884. Sur la combustion du diamant, *Bull. Soc. Chim.*, t. XLI, p. 100.
62. — Sur la formule de la friedélite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. VII, p. 71.
63. — Sur la formation de la brochantite, *Bull. Soc. Chim.*, t. XLI, p. 418.
64. — Transformations réciproques des zéolithes, *Bull. Soc. Chim.*, t. XLI, p. 593 (En collaboration avec M. Sarasin).
65. 1885. Sur la pyroélectricité de la topaze, *C. R.*, t. C, p. 213 et *Bull. Soc. franç. Minéral*, t. VIII, p. 16 (En collaboration avec J. Curie).
66. — Sur la pyroélectricité de la scolézite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. VIII, p. 75 (En collaboration avec A. de Gramont).
67. — Reproduction du carbonate de chaux cristallisé, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. VIII, p. 304 et *Bull. Soc. Chim.*, t. XLIV, p. 50 (En collaboration avec M. Sarasin).
68. 1886. Observations sur une note de M. Wyrouboff sur l'isomorphisme, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. IX, p. 121.
69. — Les progrès de la minéralogie, *C. R. Assoc. franç. avanc. Sc.*, session de Nancy, p. 9.
70. — Reproduction de la wollastonite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. IX, p. 193.
71. — Sur un rubis artificiel, *Bull. Soc. Chim.*, t. XLVI, p. 242 et *C. R. Assoc. franç. avanc. Sc.*, session de Nancy, p. 111.
72. 1887. Forme cristalline de la quercine, *C. R.*, t. CV, p. 95.
73. — Sur la forme cristalline de la cinchonamine, *C. R.*, t. CV, p. 985.
74. — Sur un nouveau procédé d'attaque de certains minéraux, *Bull. Soc. Chim.*, t. XLVII, p. 369 (En collaboration avec M. Sarasin).
75. — Sur l'analyse et la synthèse de la topaze, *Bull. Soc. Chim.*, t. XLVII, p. 737 (En collaboration avec M. Sarasin) et *C. R. Assoc. franç. avanc. Sc.*, session de Toulouse, p. 207.
76. — Reproduction artificielle de divers minéraux, *Arch. Sc. phys-nat.*, t. XXVII, p. 5 et 145.
77. 1888. Sur une macle nouvelle du quartz, *Bull. Soc. franç. Minéral*, t. XI, p. 29.
78. — Sur un gisement de diamants et de saphirs d'Australie, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XI, p. 64.
79. 1889. Sur le dimorphisme de l'acide camphorique gauche, *Bull. Soc. Chim.* (3), t. I, p. 594.
80. — Sur l'attaque de la chromite par le sulfate de calcium, *Bull. Soc. Chim.* (3), t. II, p. 2.
81. 1890. Action des alcalis et des terres alcalines, des silicates et de quelques solutions salines sur le mica; production de la néphéline, de la sodalithe, de l'amphigène, de l'orthose, de l'anorthite, *C. R.*, t. CX, p. 1170 et *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XIII, p. 129, p. 182, p. 233, p. 238.

82. — *Ibid. Bull. Soc. Chim.* (3), t. III, p. 675 et 850 (En collaboration avec Georges Friedel).
83. — Sur l'atacamite, *Bull. Soc. Chim.*, (3), t. IV, p. 100.
84. — Sur le fer météorique de Magura (Hongrie), *C. R.*, t. CXI, p. 296 (En collaboration avec M. Berthelot).
85. — Sur la mélanophlogite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XIII. p. 371 (En collaboration avec G. Friedel).
86. 1891. Sur la forme cristalline et les propriétés optiques de la nouvelle variété cristallisée de soufre, *C. R.*, t. CXII, p. 834.
87. — Action du sulfate de sodium et du carbonate de sodium sur le mica en présence de la soude, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XIV, p. 69 (En collaboration avec G. Friedel).
88. — Sur la relation qui semble exister entre la symétrie de la molécule chimique et la forme cristalline, *Bull. Soc. Chim.* (3), t. V, p. 836.
89. — Sur un diamant creux, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XIV, p. 7.
90. — Sur la nesquéhonite, *Bull. Soc. franc. Minéral.*, t. XIV, p. 60.
91. — Sur une pyrite épigène renfermant du soufre, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XIV, p. 230.
92. 1892. Sur l'existence du diamant dans le fer météorique de Cañon Diablo, *C. R.*, t. CXV, p. 1037 et *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XV, p. 257.
93. — Reproduction de la percylite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XV, p. 96 et *Bull. Soc. Chim.* (3), t. VII p 164.
94. — Sur des cristaux de soufre contenus dans une pyrite épigène, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XV, p. 123.
95. — Sur des silicates sulfurifères obtenus par voie humide, *C. R. Assoc. franç. avanc. Sc.*, session d'Oran, p. 185 (En collaboration avec G. Friedel).
96. 1892. Sur une pierre de fronde canaque en péridot, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XV, p. 255.
97. — Discussion sur le pouvoir rotatoire, *Bull. Soc. Chim.*, (3), t. VII, p. 757, 804.
98. 1893. Cours de minéralogie (Minéralogie générale) 1re partie, Paris, in-8°, 416 pages, fig.
99. — Sur la reproduction du diamant, *C. R.*, t. CXVI, p. 224.
100. — Sur le fer météorique de Cañon Diablo, *C. R.*, t. CXVI, p. 290.
101. — Sur la présence du diamant noir dans une météorite de l'Arizona, *Bull. Soc. Chim.*, (3), t. IX, p. 4 et l'*Astronomie*, p. 44.
102. 1894. Sur la composition de l'apophyllite, *C. R.*, t. CXVIII, p. 532 et *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XVII, p. 142.
103. — Sur la boléite artificielle, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XVII, p. 6.
104. — Sur la haussmannite, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XVII, p. 10.
105. — Sur la martite artificielle, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XVII, p. 150.
106. — Discussion sur certaines propriétés des minéraux à l'état de dissolution, *Bull. Soc. Chim.* (3), t. IX, p. 217.
107. — Dégagement d'ammoniaque par calcination de certaines apophyllites, *Bull. Soc. Chim.* (3), t. XI, p. 418 et *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XVII, p. 74.
108. — Sur des cristaux de soufre de Sicile, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. XVII, p. 266.
109. 1895. Recherche du fluor dans l'apophyllite, *Bull. Soc. Chim.* (3), t. XIII, p. 721.

110. 1896. Recherches sur la constitution d'objets trouvés dans des fouilles d'Abydos, en Egypte, *Bull. Soc. Chim.* (3), t. **XV**, p. 982.

111. 1899. Sur un nouveau minerai d'urane, la carnotite, *C. R* , t. **CXXVIII**, p. 532 et *Bull. Soc. Chim.* (3), t. **XXI**, p. 260, p. 328 (En collaboration avec C. Cumenge) et *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. **XXII**, p. 26.

112. — Analyse d'un silicate d'aluminium et de sodium artificiel, *Bull. Soc. franc. Minéral.*, t. **XXII**, p. 17.

113. — Nouveaux essais sur les zéolithes, *Bull. Soc. franç. Minéral.*, t. **XXII**, p. 5 et 86.

Paris. — Imp. PAUL DUPONT (Cl.), 4, r. du Bouloi (1er). — 56.12.1963. — Le Gérant, G. REMOND